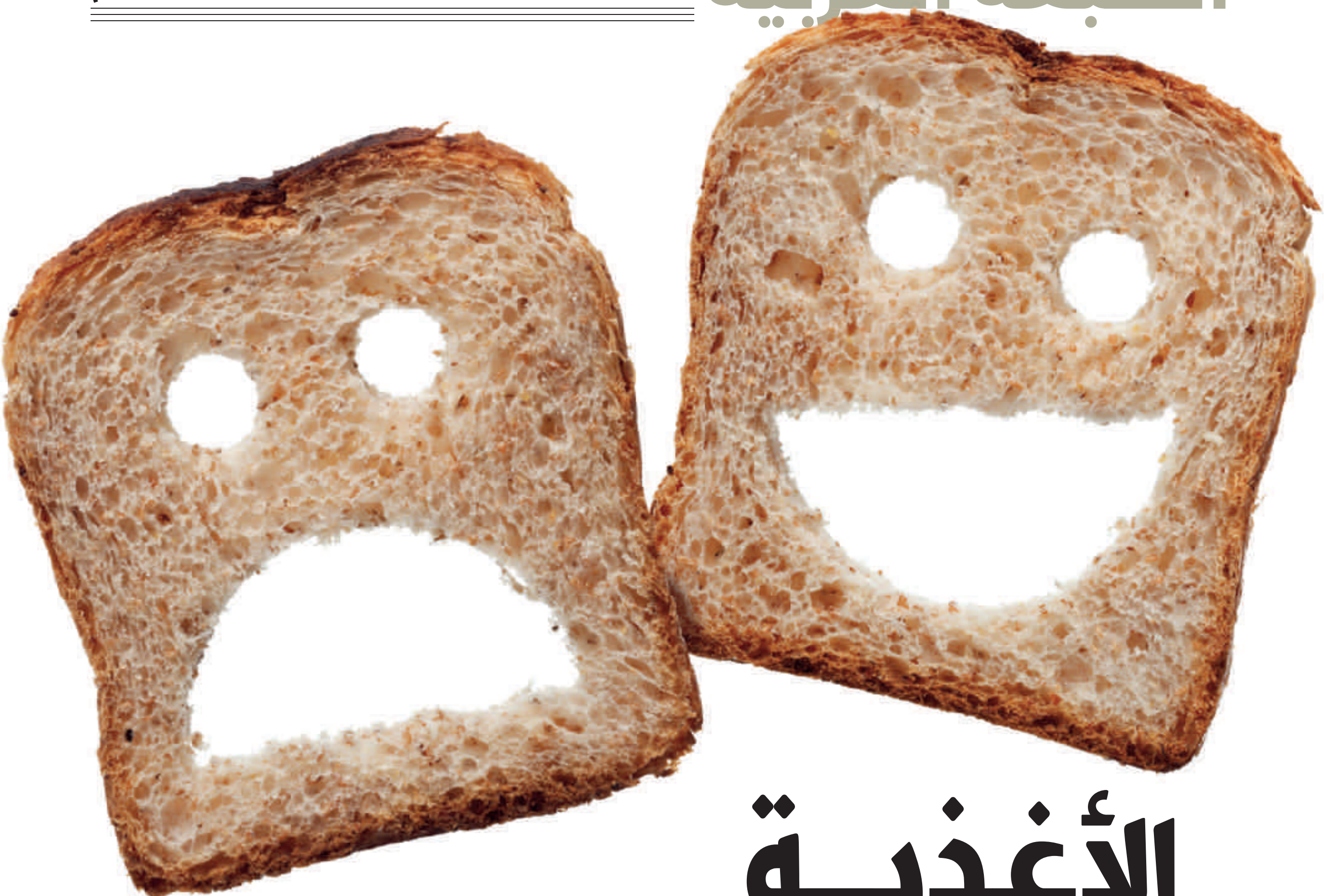
nature

الطبعة العربية

الدوريـــة الشهـــريـــة العـــالميـــة للعــــلـــوم



الأغذيــة المهندَسة وراثيًّا.. الوعــد والحـقيقــة

صفحة 31

علم المناخ

مستويات ثاني أكسيد الكربون

تفوق تركيزات غاز الدفيئة 400 جزء في المليون قريبًا

صفحة 19

الـDNA في الذكرى الستين

الاحتفال بما نجهله

في الذكرى الستين للشريط الحلزوني المزدوج

صفحة 41

الأجهزة البصرية

رؤية العالَم بعيون حشرة

بناء مُستشعِر بصري صغير، يماثل عين حشرة

صفحة 61



ARABICEDITION.NATURE.COM

يونيو 2013 / السنة الأولى / العدد 9

ISSN 977-2314-55003

nature

يونيو 2013 / السنــة الأولــى / العـدد 9

فريق التحرير

رئيــس التحـرير: مجدي سعيـد
نائبا رئيس التحرير: د. مازن النجار, كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محـرر: نهى هندي
مساعد التحرير: ياسمين أمين
المدير الفني: محمد عاشور
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ.د. علي الشنقيطي
اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، تسنيم الرشايدة، رنا زيتون، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عاطف عبد العظيم، عمرو سعد، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، مصطفى حجازي، ناصر ريحان، نداء هلال، نسيبة داود، هدى رضوان، هشام سليمان، هويدا عماد، وائل حمزة، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
الناشر في الشرق الأوسط: كارل باز
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُنشَر مجلة "نِيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نِيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلَة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرَة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نِيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلَة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نِيتْشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نِيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلَة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2013. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

الأغذية المهندسة.. تساؤلات المستقبَل المجهول

الأغذية المهندسة وراثيًّا صداع في رأس العالم.. آراء متباينة ومتناقضة.. كُلٌّ يَدَّعِي أنه على صواب، وأنّ العِلْم يساند حُجَّته ورأيه؛ ويبقى الناس في حيرة، لا يعلمون أين الحقيقة.. أفي هذا الجانب، أم في ذاك. إنّ الذي يثير القلق حقًّا أنْ تبقى قيادة العمل والبحث في هذه القضية بِيَدِ رأس المال، فإذا كنتَ من كبار الرأسماليين، وإذا كان مجال عملك الرئيس هو صناعة البذور و/ أو الأغذية المهندَسة وراثيًّا، أو إذا كنتَ باحثًا، وكان تخصُّصك الرئيس هو الهندسة الوراثية للأغذية؛ فستدافِع باستماتة ـ بكل تأكيد ـ عن وجهة نظرك في أمان هذه البذور وتلك الأغذية. والعكس بالعكس، فإذا كنتَ من أهل العمل في مجال البيئة، عِلْمًا أو إعلامًا؛ فسوف تدافع باستماتة عن وجهة نظرك التي تقول بِعِظَم خطر هذه البذور وتلك الأغذية، لكن السؤال المشروع، وحال إنتاج البذور والأغذية والبحث فيها بِيَدِ القطاع الخاص الرأسمالي في الأغلب، هو: هل نعلم حقًّا ما هو تأثير تلك البذور على التربة والنبات، وهل نعلم تأثير تلك الأغذية على الإنسان والحيوان؟

في هذا العدد نقتطف بعض الموضوعات من ملف نشر بالطبعة الدوليّة لدَوْرِيَّة «نيتشر» في عدد 2 مايو 2013، التي تتضمن وجهات نظر حول القضية.

ففي الافتتاحية، التي تحمل عنوان «حقول الذهب»، يرى الفريق التحريري للطبعة الدوليّة أنه «يجب إجراء أبحاث المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا خارج المجال الصناعي؛ من أجل تحقيق وعودها الأولى»، فـ«منذ ثلاثين عامًا ـ وفي شهر مايو بالتحديد ـ نَشَرَ العلماءُ أخبارًا لأول مرة عن احتمال تَمَكُّنهم من وضع جينات خارجية وظيفيّة في خلايا نباتية. وقدَّم هذا الإنجاز وعودًا لبدء مرحلة مثيرة في التقنية الحيوية، يكون ممكنًا فيها إضفاءُ سمات وصفات مرغوبة على النباتات المستخدَمة في الطعام، والألياف، وحتى الوقود. إنّ المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا تبشِّر بحياة أسهل، وبمزيد من عطايا الطبيعة». ويلاحظ كاتب الافتتاحية أنه «بدون برامج بحثية أكثر شمولية خارج صناعة البذور، ستستمر عمليات التطور في التركيز على تحقيق الأرباح؛ مما يقلّص فرصًا عديدة من جوانب التقدم التي نحلم بها منذ 30 عامًا».

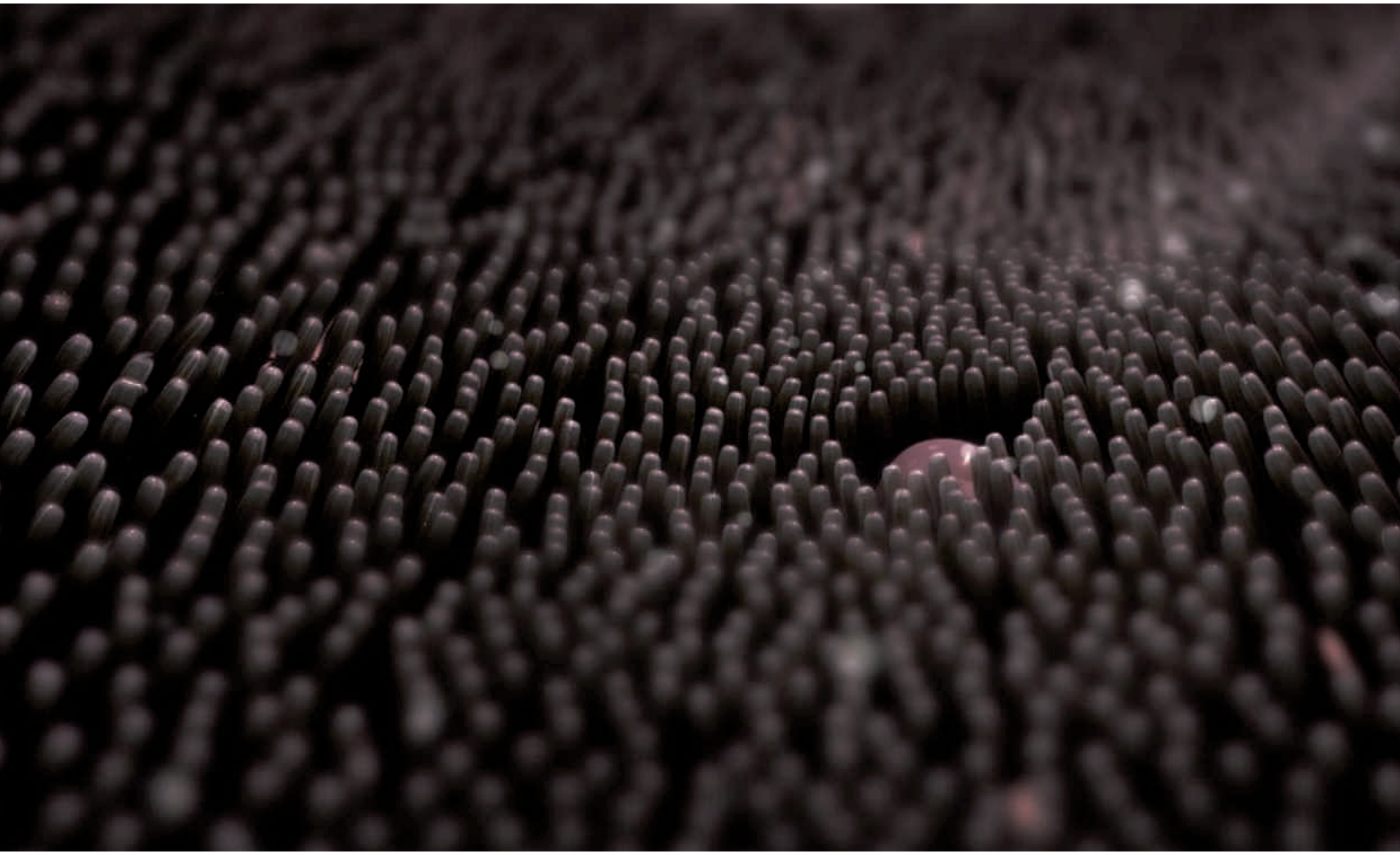
أما المقال الذي يحمل عنوان «سلالة جديدة»، المنشور في قسم التحقيقات، والذي كتبه دانيال كريسي، فيبيِّن أن سبب الغضب من الأغذية المهندسة هو أنّ أبحاثها الأولى «غير مرئية من قِبَل المستهلكين العاديِّين»، وأنّ «ذلك قد يتغير قريبًا، بفضل جيلٍ جديدٍ كليًّا من المحاصيل المعدّلة وراثيًّا، التي تشقّ طريقها الآن من المختبر إلى السوق، حيث ستعالج بعض هذه المحاصيل مشاكل جديدة، ابتداءً من التفّاح الذي يدرأ فقدان اللون إلى (الأرز الذهبي)، والموز البرتقالي الزاهي المدعَّم بالعناصر المُغذّية؛ لتحسين غذاء شعوب البلدان الأكثر فقرًا»، فهل يحدث ذلك حقًّا؟

أما المقال المنشور في قسم التعليقات لكريستوفر ج. م . ويتي وزملائه، تحت عنوان «أفريقيا وآسيا بحاجة إلى جدل عقلاني حول المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا»، فيرى كاتبوه أنه «حتى يقوم العِلْم بدور في تحسين حياة الفقراء في العالم، ينبغي على صُنّاع القرار في الدول النامية ألّا يتأثروا بالجدل الدّائِر في أوروبا، تلك القارة التي لا تعاني من نقص الغذاء، أو سوء التغذية. ويجب على حكومات الدول النامية، بدلًا من معارضة أو تأييد المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، أن تبدأ بالنظر في المشكلة المحددة في الوقت الحالي، وتقيِّم مخاطر ومزايا كل الحلول الممكنة، التي قد تكون المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا إحداها».

ومع ذلك.. تبقى هناك أسئلة معلَّقة، منها: هل إذا كانت الدول النامية تعاني من نقص الغذاء وسوء التغذية، وهو أمرٌ واقع في بعض تلك البلدان، قلَّت أَمْ كثرت، فهل عليها أن تبحث عن حلول لتلك المشكلات؛ بما يعود بالربح على البلدان المتقدمة، أو حتى يحاكي ما لدى تلك البلدان من حلول؟ ألا يمكن لتلك البلدان أن تجد حلولًا أخرى غير المغامرة بالمستقبَل المجهول بيئيًّا وصحيًّا؟ أحيانًا ما يكون الفساد والاستبداد اللذان تعاني منهما هذه البلدان سببين أساسيين في مشكلاتها الغذائية، أو يكون نمط الاقتصاد النقدي الذي نشأ في أعقاب الاستعمار ـ بدلًا من الاقتصاد المعيشي الذي كانت تلك البلدان تصنع في ضوئه غذاءها ـ هو المشكلة. وربما يكون هناك في إبداعات الكيمياء الزراعية ـ أو في غيرها ـ حلٌّ للمشكلة.. لكن المهم أنْ تتجنب تلك المغامرة قدر المستطاع.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



المحتويات

يونيو 2013 / السنة الأولى / العدد 9

هـذا الشـهـر

مهن علمية

أخبـــار فى دائرة الضـوء



تحقيقات



على الغلاف

سلالة جديدة

الموجة المقبلة من المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا تشقّ طريقها إلى السوق، وقد تتمكن فقط من تقليل المخاوف بشأن «أطعمة فرانكنشتاين».

صفحة 31

تعليقات





COVER: KELLY KRAUSE/NATURE (PHOTO: NAGY-BAGOLY ARPAD/SHUTTERSTOCK)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

يونيو 2013 / السنة الأولى / العدد 9

أبحـــاث



الأجهزة البصرية
رؤية العالَم بعيـون حشرة
دَمْج أنيق للإلكترونيات ومواد مرنة؛ لبناء مُستشعِر بصري صغير يماثل عين حشرة. صفحة 61



بيولوجيا النبات
ناقلات الأغشية النباتية المحسَّنة
بروتينات النقل المدمجة في أغشية الخلايا هي أهداف رئيسة لتحسين كفاءة تناول النباتات للمياه والمغذيات واستخدامها صفحة 75

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشــهــر

افتتاحيات

مكافحة إنفلونزا الطيــور

أسهمت استجابة الصين تجاه الانتشار الأخير لفيروس إنفلونزا الطيور H7N9 في دحض الصِّيت السَّيِّئ الذي لحق بها في الماضي في أعقاب معالجتها السابقة له، إلّا أنَّه ما زال هناك متَّسع من الوقت؛ لإجراء المزيد من التحسينات.

تستحق الصين الثناء على سرعة استجابتها لمواجهة موجة انتشار فيروس إنفلونزا الطيور H7N9، وانفتاحها المبكر على بقية دول العالم في إصدار التقارير ومشاركة البيانات ذات الصلة.

من المتعارَف عليه أنه من الصعب محو الصيت السيئ... فمنذ عقْدٍ مضى، فشلت الصين في الإبلاغ عن أولى حالات الإصابة بمتلازمة الالتهاب التنفسي الحاد (SARS)، وتخبَّطت في إصدارها الرَّد الأَوَّلِيّ لمواجهة التهديد الذي يحمله الفيروس. لذا.. ينظر بعض المُعلِّقين، اليوم، إلى تفاعلها مع انتشار فيروس إنفلونزا الطيور بشيءٍ من الرِّيبة. بينما تشير كافّة القرائن المتوفرة حتى الآن إلى أنَّ استجابة الصين تجاه الفيروس ـ الذي تسبَّب في إصابة 104 حالات مؤكدة، ووفاة 21 حالة، حتى وقت إرسال العدد الأخير من مجلة «نيتشر» إلى المطبعة ـ هي استجابَة أقرب للنموذجية.

لقد أقدمت الصين على إبلاغ منظمة الصحة العالمية بانتشار فيروس إنفلونزا الطيور في نهاية شهر مارس الماضي، أي بعد مرور ستة أسابيع فقط من ظهور أول حالة مرضية. كما قامت في اليوم ذاته بنشر التسلسل الجيني لفيروسات مأخوذة من ثلاث حالات تم اكتشافها حتى ذلك التاريخ، وعُرِّفت هذه التسلسلات في قاعدة البيانات التابعة «للمبادرة العالمية لمشاركة بيانات إنفلونزا الطيور GISAID». كما بادرت بإطلاع منظمة الصحة العالمية على كافّة هذه التسلسلات، وعرض الفيروس الحي على المنظمة، بالإضافة إلى مختبرات أخرى. وقد مكَّن هذا التفاعلُ العلماءَ من تعريف حدوث طفرات الفيروس، وتعقُّب أصوله؛ وتطوير اختبارات ضرورية للكشف عنه. وما زالت الصين تقوم بالإبلاغ يوميًّا عن حالات الإصابة الجديدة بالفيروس، كما تشهد وسائل الإعلام الصينية نشاطًا في مناقشة قضية فيروس إنفلونزا الطيور بشفافية. هذا.. وأقدم العلماء الصينيون على نشر تحليلات مُفصّلة ـ تتناول هذا الفيروس ـ في المجلات العلمية (R. Gao *N. Engl. J. Med.* http://doi.org/ k7r; 2013). كما أضفى الرئيس الصيني تشي جينبنج، في 18 إبريل الماضي، بُعْدًا سياسيًّا لهذه القضية، حين نادى بضرورة تبنِّي استجابة فعَّالة لها، وأعرب عن وجوب حرص الحكومة على نشر معلومات دقيقة حول انتشار الفيروس.

لقد كانت استجابة الصين نَشِطة في معالجة هذه الأزمة، إذ سارعت إلى توزيع الاختبارات التشخيصية على المستشفيات ومختبرات الأبحاث في أنحاء الدولة. كما أن رد فعل المعهد الصيني للوقاية ومكافحة الأمراض في بكين، وَحَّدَ صفوف الخبراء الصينيّن من أطباء إكلينيكيِّين، وخبراء الفيروسات، وخبراء الأوبئة. كما تمّ حظر أسواق الطيور الحيّة التي عُثِر فيها على الفيروس؛ وأعدمت الطيور المصابة بالفيروس. واندفعت وزارة الزراعة الصينية لاختبار عشرات الآلاف من الطيور والحيوانات الأخرى؛ للكشف عن إصابتها بالفيروس؛ في محاولة منها لحصر المصادر التي قد تنتقل العدوى منها إلى البشر، وتفسير معضلة تَفَشِّي العدوى في عدد من المدن التي تفصل بينها مئات الكيلومترات. وهو أمرٌ ليس بالهَيِّن في بلد مثل الصين، إذ إنّ بها من الطيور الداجنة ما يقارب الستة بلايين، بالإضافة إلى نصف بليون خنزير، حيث إن هذه الخنازير مؤهَّلة أيضًا لحمل الفيروس. هذا.. وما زالت مصادر العدوى ـ باستثناء أسواق الطيور الحيّة ـ مثيرة للحَيْرة حتى الآن. وللكشف عن هذه المصادر، ولمزيد من التّعاون على صعيد الجهود الرامية لمكافحة الفيروس، قامت الصين بدعوة فريق من العلماء التابعين لمنظمة الصحة العالمية، وخبراء عالميين آخرين مختصِّين في مجال الإنفلونزا. وقد وصلت هذه الكوكبة من الخبراء والعلماء إلى الصين في 18 إبريل الماضي؛ ليفصحوا عن استنتاجاتهم الأوليّة تجاه هذا الفيروس ومقاومته.

بالرغم من الإيجابيّة التي تميَّز بها رد الفعل الصيني، إلّا أنَّ رد الفعل كان رهن الانتقاد والتّشكيك.. فقد تعالت بعض الانتقادات، طارحةً عددًا من الأسئلة، كتلك التي تتناول المدّة الزمنية الممتدة منذ إصابة أوّل حالة مرضيّة في التاسع عشر من فبراير المنصرم، وحتى صدور أوّل إعلان للصين عن اكتشاف الفيروس، بحيث تضاربت التّساؤلات حول ما إذا كان هذا الإعلان قد تمّ تأجيله عمدًا، أم لا. ويُعتبَر هذا التشكيك ليس عادلاً، فقد استطاعت الصين ـ انطلاقاً من عدد محدود من حالات إصابة بالتهاب رئوي حاد، ناتجة عن الإصابة بالفيروس في منتصف مارس المنصرم ـ أن تتنبأ ـ بسرعة مبهرة ـ بوجود شيء مريب. ولذلك.. بالمقارنة بينها وبين غيرها، نجد أنّ الولايات المتحدة الأمريكية ـ التي تدير واحدًا من أفضل أنظمة رصد الأمراض في العالم ـ استغرقت مدةً مقاربِة من الزمن؛ لاكتشاف وجود فيروس إنفلونزا الخنازير الجديد H3N2، الذي تسبَّب في مرض خطير لطفل في عام 2011.

> **«بداية مُوَفَّقة للصين في تناولها للأزمة، إلّا أنه من الضروري أنْ تحافظ على انفتاحها وشفافيتها بشأن انتشار الفيروس».**

لقد كانت هذه بداية موفَّقة للصين في تناولها للأزمة، إلّا أنَّه من الضروري أن تحافظ على انفتاحها وشفافيتها بشأن انتشار الفيروس. وعليه، وبشكل خاص، من الضروري الإبلاغ فورًا عند اكتشاف قرائن تشير إلى احتمال انتقال الفيروس بين البشر. كما أنَّ هناك متّسعًا من الوقت لإجراء بعض التحسينات.. فالبيانات التي تمّ نشرها حول حالات الإصابة بين البشر، لا تبيِّن إلّا حقائق أساسية، مثل: العمر، والجنس، وتاريخ ظهور المرض، ومكان ظهوره. وهنا مثلًا، يحتاج خبراء الأوبئة إلى معلومات أكثر تفصيلاً، بما فيها الاكتشافات المحتَمَلة قبل التِقاط العدوى، والظروف الصحية للمصابين. ولا بد أيضًا من نشر تقارير وافية حول حالات الإصابة في المجلّات العلمية، أو على شبكة الإنترنت في أسرع وقت ممكن. كما أنّه من الضروري الحرص على إدراج معلومات حول أكبر عدد ممكن من التسلسلات الجينية المستخرَجة من أكبر عدد من حالات الإصابة في قاعدة بيانات تكون متاحة لعامّة الناس، وذلك نظرًا إلى أهميّة معطيات التسلسل في تعقّب التغيرات التطوّرية للفيروس، كالطفرات الجديدة التي من شأنها أنْ تُكْسِبه القدرة على الانتقال بين البشر بسهولة أكبر. وقد يكون بوسعهم الكشف عن معلومات مفيدة حول مصادر العدوى.

ومع وَعْي السلطات الصينية بشأن فيروس إنفلونزا الطيور، والتداول بشأنه، ما زال بعض العلماء يقومون بتجميع بيانات عن الوباء، وتكديس بيانات أخرى غيرها، بغية التّنافس فيما بينهم؛ للفوز بأسبقية النشر. وقد تكون المنافسة حميدة، ولكنّ في ظروف انتشار فيروس، قد يتسبب في انتشار وباء، يقع على عاتق العلماء ـ قبل أيّ مصدر آخر ـ وجوب نشر وإعلان البيانات المهمّة، وتداولها. كما يجب على المجلات العلميّة أن تكون على أهبة الاستعداد ـ كما في أي حالة طوارئ تتعلق بالصحة العامة ـ للمتابعة السريعة وللتحكيم العلمي للأوراق العلمية التي تُغطِّي موضوع الفيروس، وعدم السماح بالنشر السريع للنماذج الأولية، إلا بعد اكتمال الصورة بوضوح. وفي هذه الأثناء، يجب على المراقبين أن يستمروا في استقراء استجابة الصين لفيروس إنفلونزا الطيور، والتّقدم لها بالعِرْفان في المَواقف التي تستحق ذلك. فقد حان الوقت ليدرك العالَم أنّ الصين قد تغيَّرت. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ترشيد الإنفاق

إنّ القرارات الحكومية التي تتعلق بأوجه الإنفاق الضرورية، وبالمسارات التي يجب خَفْض الإنفاق فيها ينبغي أن تستند على أَدِلَّة عملية، وليس على التنظير غير الواقعي.

عندما تتجاوز نفقات دولة دخلها بشكل صارخ ـ مثلما يحدث بشكل روتيني في الولايات المتحدة ـ فإن الطريقة الأكثر حماقة للحدّ من العجز الناتج هو خَفْض الإنفاق بصورة عشوائية، إلا أنّ هذا هو المسار الذي اختارته حكومة الولايات المتحدة لتتَّبعه، مع (تحية) هذا العام. هناك طريقة أكثر ذكاءً، وهي اتباع المسار الذي مهَّده الطِّبُّ القائم على الأدلة، ألا وهو: تمويل ما ينفع، وخَفْض تمويل ما لا ينفع. وهذا هو النهج الذي جرى اتباعه في الميزانية التي قُدِّمت في الأسبوع الثاني من شهر إبريل الماضي من قِبَل الرئيس الأمريكي باراك أوباما.

وفي الجزء المتعلِّق بالميزانية ـ الذي نادرًا ما يُذكر وسط هرج ومرج وسائل الإعلام ـ وبالتحديد ما يخص اقتراح زيادة الضرائب، وخَفْض الإنفاق، وضعت الإدارة الأمريكية برنامج عمل لصناعة القرار القائم على الأدلة في جميع أنحاء الحكومة قيد التنفيذ؛ في التفاتة إلى تطبيق أساليب العِلْم على السياسة.

بدأ هذا الجهد الإصلاحي في ظل إدارة سلف أوباما، جورج بوش، ولكن تسارع هذا الجهد إلى حد كبير مع ضرورة فعل الكثير بأقل القليل. وأشار مكتب البيت الأبيض للإدارة والميزانية إلى الطريقة التي كانت تسير بها الأمور في مايو من العام الماضي، عندما أوعز للوكالات الحكومية بدمج الاستراتيجيات القائمة على الأدلة في أنشطتها المختلفة.

وقد فوَّض البيتُ الأبيض التطبيقات إلى كل وكالة في الفرع التنفيذي، بما فيها تلك التي تُموِّل العلوم، ولكن الهدف الأكثر إلحاحًا كان النطاقَ الشاسع للخدمات الحكومية الاجتماعية، الذي يتراوح بين مشروعات إثراء مرحلة الطفولة المبكرة، والرعاية المنزلية للمرضى كبار السن. وكل هذه المشروعات تم إنشاؤها بالنوايا الحسنة؛ وتم تقييم فعالية عدد قليل منها بنوع من الدقة، أو عن طريق أي تقييم يشبه التحكيم العلمي.

> «هناك طريقة أكثر ذكاءً، وهي اتباع المسار الذي مهَّده الطب القائم على الأدلة»

تشير مذكرة مكتب الإدارة والميزانية إلى عدة طرق لتغيير ذلك الوضع، ومنها تمويل الخدمات الاجتماعية من خلال نهج «المستويات»، الذي لا يختلف عن المراحل المتَّبَعة في التجارب الإكلينيكية. ففي المستوى الأدنى، ستخصِّص الوكالات التمويل المبدئي للأفكار الواعدة التي لم تثبت صحتها بعد، شريطة أن يتضمن برنامج البحث تقييمًا دقيقًا للنتائج من قِبَل محقِّقين مستقلِّين، يكونون عادةً من علماء الاجتماع الأكاديميين، أو من شركات الأبحاث غير الربحية.

في المستويات الأعلى، سيكون هناك المزيد من التمويل متاحًا للبرامج التي يتم دعمها بأدلة أقوى (التي تتضمّن بداخلها بروتوكولات تقييمية). وستكون المستويات الأعلى محجوزة لبرامج واسعة النطاق، تتكلف ملايين الدولارات، ويتم دعمها بالفعل من خلال أفضل التجارب المحكَّمة ذات المعايير المتعددة.

تستخدم الوكالات الاتحادية بالفعل (نموذج المستويات) لستة برامج قائمة على الأدلة - تبدأ من برامج منع الحمل في سن المراهقة حتى التعليم - بميزانيات بلغ مجموعها حوالي مليار دولار أمريكي في عام 2012. وتقترح ميزانية أوباما الجديدة زيادة هذا التمويل بنسبة 44% لعام 2014.

هناك استراتيجية أخرى مقترحة، رائدة في المملكة المتحدة، وتُعرف باسم «سندات الأثر الاجتماعي»، أو «ادفع؛ للحصول على النجاح». وهذه الاستراتيجية ترى أنّ المنظمات الخيرية والشركات الخاصة تُموِّل الخدمات الوقائية، وأنّ الحكومة يمكنها أن تتحمل هذه التمويلات، إذا ما أظهرت التقييمات الدقيقة أنّ هذه الخدمات تحافظ على أموال دافعي الضرائب. وقد جربت الوكالات الفيدرالية الأمريكية هذا النهج على نطاق صغير مع مشاريع وبرامج التدريب الوظيفي؛ للحد من الانتكاسة التي يمكن أن تحدث للسجناء المُفرَج عنهم حديثًا. وقد اقترح أوباما إنفاق ما يصل إلى 195 مليون دولار بحلول عام 2014؛ لتوسيع هذه المبادرات، لتشمل مجالات مثل الإسكان، والتعليم.

مثل هذه الاستراتيجيات لصناعة القرار القائم على البيانات لها القدرة على تحسين كفاءة الحكومة الأمريكية وفعاليتها بصورة جذرية، وتستحق الدعم القوي من الكونجرس، مع تحذير واحد، وهو: يجب أن يكون كُلٌّ من الكونجرس والرئيس نشيطين بالقَدْر نفسه حيال دعم الأبحاث في كل ما يعنيه النجاح في الواقع، وتوضيح كيفية قياسه. هذا.. وما زالت هناك أسئلة مفتوحة في معظم مجالات السياسة. وربما يعتقد معظم الآباء والأمهات ـ على سبيل المثال ـ أن الحاجة إلى تعليم جيد تتعدى مجرد حصول أطفالهم على نتائج جيدة في الاختبارات القياسية. وقد يكون من الصعب تحديد الفوائد غير الملموسة... ولكن هذا ليس عذرًا لعدم مواصلة المحاولة.

في العادة، يفضِّل الجميع دعمَ الحكومة للبرامج التي يتم العمل بها. ومن المعلوم أنّ كل برنامج موجود يمثل مصدرًا معيشيًّا لشخص ما، أو أشخاص كثيرين. ولذلك.. فعندما يُحكم على برامج بكونها غير فعالة ـ أيًّا كان المقياس الذي يُحكم به ـ ويتم خفض تمويلها بالتالي، أو إلغاؤه؛ فإن الاحتجاجات والضغوط على مثل هذا القرار تكون شرسة. وإذا كان في مقدور المسؤولين مقاومة تلك الضغوط، فيمكن أن تساعد مبادرات السياسات (القائمة على الدليل) على إحداث تحوُّل تشتد الحاجة إليه في أمر الجدل المالي الملتهب، من الأيديولوجية إلى البراجماتية.

وقد اقتنصت مذكرة مكتب الإدارة والميزانية هذه الروح في دعوة ممتعة غير بيروقراطية؛ لاتخاذ إجراء معين، مغزاه: »حيثما وُجدت الأدلة القوية؛ وَجَبَ الاعتماد عليها. وعندما تكون الأدلة موجبة؛ ينبغي أن نضعها قيد الاعتبار. وعندما تكون هناك أدلة ضعيفة؛ ينبغي أن نبني المعرفة؛ لدعم قرارات أفضل في المستقبل».

ما أسهل القول.. وما أصعب التنفيذ، غير أن القول هو بمثابة بداية. ■

حُقُولٌ من ذهب

يجب إجراء أبحاث المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا خارج المجال الصناعي؛ من أجل تحقيق وعودها الأولى.

منذ ثلاثين عامًا ـ وفي شهر مايو بالتحديد ـ نَشَرَ العلماءُ أخبارًا لأول مرة عن احتمال تَمَكُّنهم من وضع جينات خارجية وظيفية في خلايا نباتية. وقدَّم هذا الإنجاز وعودًا لبدء مرحلة مثيرة في التقنية الحيوية، يكون ممكنًا فيها إضفاءُ سمات وصفات مرغوبة على النباتات المستخدَمة في الطعام، والألياف، وحتى الوقود. إنّ المحاصيلُ المعدَّلة وراثيًّا تبشِّر بحياة أسهل، وبمزيد من عطايا الطبيعة.

إنّ المستقبل أكثر أهمية من الماضي، ولكن عندما يتعلق الأمر بالمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، نجد الماضي مفيدًا. فبعد إنجاز عام 1983 مباشرةً، أصبحت شركات التقنية الحيوية ـ التي تطوِّر محاصيل معدَّلة وراثيًّا ـ جاذبة للمستثمرين بشكل كبير. وعلى سبيل المثال.. قامت شركة «كالجين» Calgene في ديفيس بكاليفورنيا بتطوير نبتة الطماطم ـ «المحتفظة بالنكهة» Flavr Savr ـ التي تم تعديلها وراثيًّا، بحيث تظل صلبة بعد النضج، حيث استحوذت على الاهتمام، وخصوصًا عندما استثمرت الشركة الشهيرة «كامبل سوب» Campbell Soup في تطويرها. ومثل شركات عديدة في ذلك الوقت، انبهرت شركة «كامبل سوب» بوعود نضج الطماطم على الشجر؛ لتشكيل نكهتها، بحيث تظل ناضجة أثناء رحلتها إلى المتاجر وموائد الطعام، دون التعرض للهَرْس.

وفي أوائل عام 1992، توقع المحلِّلون الموافقة القانونية على الطماطم المعدَّلة وراثيًّا خلال شهر، وتوقعوا سوقًا لا يقل عن 500 مليون دولار أمريكي سنويًّا، ولكن بعد أقل من عشر سنوات من ميلادها، كانت المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا تواجه فترة صعبة، حيث بدأ ـ بشكل متزايد ـ تصنيف الطعام الذي كان يتم اعتباره تطورًا حيويًّا على أنه طعام سيئ. وبدأ المستهلكون في أوروبا معاداة التسويق الهائل للشركة العملاقة للمنتجات المعدَّلة وراثيًّا «مونسانتو» Monsanto، الواقعة في سانت لويس بميسوري. وعانى نبات الطماطم «المحتفِظ بالنكهة» من التأخير لأكثر من عام في «إدارة الطعام والدواء الأمريكية»، وبدأت شركة "كامبل" التصريح بأنها لا تنوي وضع طماطم في منتجاتها من الحساء، دون موافقة الجمهور. ما الخطأ الذي حدث؟ وفقًا لمحلِّل تم الاقتباس منه في ذلك الوقت، أخفق قطاع التقنية الحيوية في تجهيز المستهلكين بشكل مناسب: «الآن، يدركون وجوب قيامهم بالتوضيح وتوعية جمهور غير مُطَّلِع».

وتمت الموافقة على نبات الطماطم «المحتفظ بالنكهة» في عام 1994، ولكن لم يتم طرحه بشكل تجاري مطلقًا. وفي الوقت نفسه، حوّلت صناعة التقنية الحيوية الكثير من اهتمامها إلى السمات التي تهدف إلى زيادة المحاصيل الزراعية أكثر من استهدافها رضا المستهلكين. وانتشرت المحاصيل المقاوِمة لمبيدات الأعشاب والمقاوِمة للحشرات في الولايات المتحدة، وفي أكثر من عشرين دولة أخرى، وكانت الأنواع المعدَّلة وراثيًّا على شفا أن تصبح أدوات زراعية.

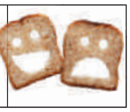
وفي كثير من الأماكن التي تمت زراعتها فيها، حلّت المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا محل الزراعة التقليدية بشكل كامل تقريبًا. وزادت المحاصيل والأرباح؛ وسعد المزارعون ـ بشكل عام ـ باستقطاب البذور المعدَّلة وراثيًّا، وحققت التقنية بعض وعودها لمساعدة البيئة من خلال تقليل مقدار وتنوع المبيدات الحشرية المطلوبة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ولا تزال المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا تواجه مشكلة علاقات عامة بالطبع، حيث تؤدي مخاوف من الأشياء غير المألوفة و«غير الطبيعية» والقلق حيال التأثيرات الصحية أو البيئية إلى المنع المتكرر للموافقة على المحاصيل واستقطابها، وخصوصًا في أوروبا، حيث دمَّر المتظاهرون التجارب. هذا.. وقد شهدت الولايات المتحدة ـ وهي أكبر مستخدم نشط للمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا في العالم ـ رد فعل عنيفًا متجددًا مع تنامي الدعوات إلى وضع بطاقات واضحة على المكونات المعدَّلة وراثيًّا.

وربما كان المحلِّل الذي تحدث في عام 1993 عن الجمهور غير المطلع مُحِقًّا، وقد يُعتبَر هذا التحليل قابلًا للتطبيق، حيث يمتلك الأشخاص حاليًا عديدًا من مصادر المعلومات عن التقنيات المعدَّلة وراثيًّا. وتُعَدّ معظم هذه المعلومات خاطئة لدى كلا جانبي الجدال، لكن الكثير من هذه المعلومات غير الصحيحة معقد ومدعوم بأبحاث تبدو قانونية ومكتوبة بثقة، حيث إنه (عندما يتعلق الأمر بالمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، يُعَدّ مدى إقناع العبارات معيارًا جيدًا للتعرف على زيفها).

ومع تسلُّحهم بالمعلومات المغلوطة، استخدم أطراف الجدال الشوارعَ، والمتاجر، ووسائل التواصل الاجتماعي. وفيما يتعلق بموضوع حساس ومهم لدى الأشخاص، مثل الطعام الذي يأكلونه ويعطونه لأطفالهم، يبدو أن الذين يضغطون على وتر



المحاصيل المحوّرة: الوعد والحقيقة
عدد خاص من دوريّة (نيتشر Nature)
nature.com/gmcrops

المخاوف ونقاط القلق المتعلقة بالمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا هم أصحاب الكلمة العليا. هذا.. وتتضافر المخاوف مع انعدام الثقة في شركات البذور. وقد يَظهر دَعْم المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا بمظهر الوظيفة الصعبة، حيث تُعَدّ مساندة العلم الجيد والوعود التي يحملها شيئًا مفيدًا لفترة معينة، لكن الدفاع عن الشركات التي تسعى للربح بِنَهَم يبدو أقل إفادة.

وما زال هناك سبب لمساندة الاستخدام المستمر للمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا وتطويرها. فالتعديل الوراثي هو بمثابة تقنية ناشئة، تحوَّل فيها التطور إلى تجارة بشكل سريع للغاية. ودفع هذا الأمر معظم الأبحاث إلى القطاع الهادف للربح. ودون برامج بحثية أكثر شمولية خارج صناعة البذور، ستستمر عمليات التطور في التركيز على تحقيق الأرباح؛ مما يقلِّص فرصة عديد من جوانب التقدم التي نحلم بها منذ 30 عامًا؛ مثل التغذية المستدامة لسكان العالم المتزايدين، وخَفْض البصمة البيئية للزراعة، وإنتاج المنتجات التي تبهرنا وتسعدنا. ولا تُعَدّ التقنيات المعدَّلة وراثيًّا الطريقَ الوحيد ـ بأي حال من الأحوال ـ لتحقيق هذ الأهداف، ولكنّ السرعة والدقة اللتين توفرهما بمستوى أعلى من أساليب الزراعة التقليدية جعلتها شيئًا لا يمكن الاستغناء عنه منذ 30 عامًا، وحتى اليوم. ■

الوِلاية الأكثر محافظةً على البيئة

يستطيع المراقبون الفيدراليون أن يتعلموا الكثير من برنامج الوقود منخفض الكربون بولاية كاليفورنيا.

أصدر الباحثون في جامعة كاليفورنيا بديفيز في الأسبوع الأول من شهر مايو الماضي تحليلهم الأخير لمعيار كاليفورنيا للوقود منخفض الكربون. يُذكَر أنَ القانون ـ الذي أُصْدِرَ في عام 2009 ـ قد طلبَ من شركات النفط والتكرير خَفْضَ كثافة الكربون في الوقود المستخدَم في وسائل النقل والمواصلات ـ أي كمية ثاني أكسيد الكربون التي تنبعث من وسائل النقل لكل وحدة من وحدات الطاقة ـ بنسبة 10% بحلول عام 2020. وهذا معناه أنْ يُترجَم إلى خفض نسبة الكربون في عام 2013 بواقع 1%. وقد اكتشف باحثو جامعة كاليفورنيا بديفيز أن الشركات حققت مكاسب كافية في العام الماضي، بما يكفل لها الوفاء بنصف ما عليها من التزامات في العام الحالي.

«ألزمت كاليفورنيا شركات الوقود بالتركيز على محتوى الكربون لأنواع الوقود المتجدِّدة»

وتؤكد الدراسة ما توصلت إليه جامعة كاليفورنيا من نتائج، تقضي بالتحوُّل الثابت في اتجاه أنواع وقود أكثر نظافة، منذ بدء تنفيذ القوانين الجديدة في عام 2011. وخلاصة الفكرة أن الشركات الموفِّرة للوقود تستطيع إمّا توثيق معدلات الخفض الخاصة بها في كثافة الكربون، أو شراء حصص ائتمانية من شركات أخرى، تجاوزت متطلباتها بالفعل. وما زالت الأنواع المتقدِّمة من الوقود الحيوي المُصَنَّع من النفايات أو المواد النباتية غير المأكولة تحتل أقل من 1% من وقود الولاية، ولكنها تمثل 10% من الحصص الائتمانية التي تم توجيهها لتلبية المعيار الجديد.

وعلى الرغم من التحديات القانونية المستمرة التي تزج بها شركات النفط في طريق التشريعات الجديدة، فمن الواضح أن الأمور تسير في مجراها الطبيعي. فها هو دانيال سبيرلنج ـ مدير معهد دراسات النقل والمواصلات، التابع لجامعة كاليفورنيا بديفيز، والعضو بمجلس كاليفورنيا للموارد الجوية، القائم على تنفيذ المعيار الجديد ـ يعلِّق على التقدُّم المُحْرَز حتى الآن بأنه «إيجابي بشكل متواضع». ويتباين ذلك تباينًا شديدًا مع معيار أنواع الوقود الأمريكي الفيدرالي المتجدد، الذي يعاني فوضى عارمة. والفارق بين المعيارين يزيد من وضوح الوضع.

يحدد المعيار الفيدرالي متطلبات كمية الوقود الحيوي ـ بما في ذلك الإيثانول والديزل الحيوي ـ التي يجب مزجها في خليط الوقود الأمريكي؛ مما سيتمخض عن زيادة من 34 مليار لتر في عام 2008 إلى ما يربو على 136 مليار لتر بحلول عام 2022. وهذه المتطلبات لا تأخذ بعين الاعتبار الواقعَ الذي تواجهه صناعة الوقود. أولاً، نجد أن السيارات ومحطات البنزين مجهزة لاستقبال خليط من الوقود، تبلغ نسبة الإيثانول فيه 10%، لكن لا تتحمل كل المركبات ومحطات البنزين نسبة أعلى. ونتيجة لذلك.. وصلت صناعة الإيثانول المستخلَص من الذرة ـ تلك الصناعة التي تخدم جميع أنواع الوقود الحيوي الأمريكي ـ إلى ما يُعرف باسم «حاجز الخليط»: أي أن خليط الوقود البالغ 10% يترتب عليه أن 49 مليار لتر من الإيثانول تستدعيها الحاجة لإشباع سوق الوقود الأمريكي، وهو ما يقل عن كمية الإيثانول المفروضة قانونًا، بدايةً من عامنا هذا. ويزيد هذا التفاوت سوءًا حقيقة أنّ الطلب على الوقود تراجع بسبب الأسعار المرتفعة والكساد الاقتصادي، ومن المتوقع أن يتراجع الاستهلاك أكثر بالتزامن مع إنفاذ قوانين خَفْض استهلاك الوقود الجديدة.

المحصِّلة.. حيرةٌ عامة. وقد صادقت الهيئة الأمريكية للحفاظ على البيئة على خليط الإيثانول بأنواعه بنسبة تصل إلى 15%؛ لاستخدامه في أغلب المركبات، لكنّ هناك محطات بنزين قليلة هي التي تقدم هذا الخليط. ومن الطرق الأخرى التي تضمن تجاوز مسألة حاجز الخليط: استخدام وقود E-85، الذي يحتوي على إيثانول بنسبة 85%. ويمكن استخدام هذا النوع من الوقود في عدد كبير من المركبات التي تستخدم أنواعًا مختلفة من الوقود، لكنّ توسيع دائرة استخدامه ستتطلّب وقتًا طويلاً. وفي تلك الأثناء، أُجْبِرَت الهيئة على التنازل عن متطلبات أنواع الوقود الحيوي المتقدمة. ووفقًا للقانون، تستدعي الضرورةُ أن يحتوي خليط الوقود الأمريكي على أكثر من 10 مليارات لتر من الوقود الحيوي المتقدم في عامنا هذا، لكن الإنتاج التجاري الفعلي لا يكاد يقف على قدميه.

وقد وصلت ولاية كاليفورنيا إلى «حاجز الخليط» نفسه في عام 2010، لكنها ـ مع ذلك ـ أحرزت تقدمًا منذ ذلك الحين.. فبعد أنْ وضعت الولاية معيارًا للأداء، ألزمت شركات الوقود بالتركيز على محتوى الكربون لأنواع الوقود المتجددة، بدلاً من كميته. هذا.. بغض النظر عن حاجز الخليط، وما قد يطرأ على حجم الطلب على الوقود. وبدلاً من وضع حدود لإنتاج الأنواع المختلفة من الوقود الحيوي، فإن هذا الأسلوب يحثّ على الابتكار، عن طريق الإقرار بالتقدم السريع؛ والإثابة عليه. ويغطي برنامج ولاية كاليفورنيا بالفعل الغاز الطبيعي والكهرباء، وربما يمتد ذات يومٍ ليكافئ التقنيات المتقدمة، مثل احتجاز وتخزين الكربون داخل قطاع التكرير. ومحصِّلة ذلك أن الشركات المزوِّدة بالوقود في كاليفورنيا عثرت على سُبُل تتملص بها من حاجز الخليط، وتحقِّق من خلالها مكاسب صغيرة، وذلك ـ إلى حد كبير ـ عن طريق التحوُّل إلى توظيف عمليات أكثر مراعاةً للبيئة؛ لإنتاج الوقود الحيوي. وقد تَرَاجَع متوسط كثافة الكربون في بدائل البنزين والديزل بنسبة 5%، و6% على التوالي منذ عام 2011، حتى نهاية عام 2012.

وحاليًّا، يحاول سبيرلينج وغيره من الأكاديميين في مشروع «المعيار الوطني للبنزين منخفض الكربون» إخضاع هذا المعيار للرقابة الوطنية. هذه الفكرة ليست جديدة كليًّا، إذ أدرجها الرئيس الأمريكي باراك أوباما في خطته الأصلية للطاقة في عام 2008، لكنها بحاجة إلى كسب التأييد السياسي في واشنطن العاصمة، وذلك من سوء الطالع.

وبينما يعكف السّاسة والمراقبون على إيجاد سُبُل لضبط الوقود المتجدد بأنواعه على مدار الأشهر والسنوات القادمة، سيكون من الحكمة أن ينظروا غربًا، حيث قد تحتل كاليفورنيا مرة أخرى مرتبةَ الريادة في تطبيق سياسة بيئية أكثر ذكاء. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية، بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



العلوم اليونانية ضحية هجرة الأدمغة المدفوعة بالتقشف

تحذر **فارفارا تراتشانا** من أنّ نقص التمويل وتقليص الوظائف يدفعان الباحثين الشباب إلى الهجرة.

يشهد البحث العلمي تراجعًا في اليونان؛ إذ فقد الباحثون في الشهر الماضي إمكانية الحصول على مجلة «بيوإنفورماتيكس»، إحدى أهم المطبوعات في مجال الرياضيات وعلم الأحياء الحسابي. ويُتوقع أن تختفي مطبوعات عدة أخرى من المكتبات اليونانية، فوزارة التعليم لم تدفع فواتير اشتراكاتها. وفيما هدَّد عددٌ من كبار الناشرين ـ منهم «إلسفير»، و«سبرينجر»، و«تايلور وفرنسيس» ـ بتعليق الاشتراكات، قام عدد آخر بإيقافها بالفعل.

بالنسبة إلى العلماء اليونانيين، قد يكون رفْض أوراق البحث العلمي ـ التي تشكل شريان حياة الأبحاث ـ مؤشِّرًا على بداية النهاية للعلم الإبداعي في الجامعات والمؤسسات البحثية. لذلك.. لن نتمكن بعد اليوم من مواكبة الإسهامات الدولية. ففي مجالات معينة، مثل الطب الحيوي، من الضروري توفُّر إمكان الحصول على أحدث المعلومات. ولأن كثيرًا من الباحثين اليونانيين غير قادرين على تحمُّل تكلفة الاشتراكات الشخصية في مجلاتهم المفضلة، يفكر عددٌ منهم في إحياء أسلوب كان معتمدًا قبل نحو عقد، وهو الاتصال بأصدقاء وزملاء في مراكز أبحاث أجنبية، والطلب منهم إرسال مقالات عبر الفاكس، أو البريد الإلكتروني.

إنّ الضائقة التي يعاني منها العلماء اليونانيون لن تفاجئ كثيرًا قراء مجلة «نيتشر»؛ فالبلاد ترزح بعد ست سنوات متواصلة من الركود وتدابير التقشف غير المسبوقة، بالإضافة إلى أنّ أكثر من ربع سكان اليونان عاطلون عن العمل.

أنا واحدة منهم، عالمة أحياء، أحمل درجة الدكتوراة في الكيمياء البيولوجية من جامعة أرسطو في ثيسالونيكي. توجهت في عام 2003 إلى إسبانيا للعمل في مرحلة ما بعد الدكتوراة في المركز الوطني للتكنولوجيا الحيوية في مدريد. وعُدْت إلى اليونان في عام 2008 كباحثة علمية، أعمل بموجب عقد قصير المدى مع «مؤسسة الأبحاث الوطنية الإغريقية» في أثينا. وفي مارس من عام 2011، تم اختياري كأستاذة مساعدة في بيولوجيا الخلايا في كلية الطب بجامعة ثيسالي في لاريسا، لكني لم أتسلم مهامي هناك أبدًا، فأنا واحدة من حوالي 800 عضو في الكلية لا يزالون ينتظرون تعيينات في أنحاء البلاد، لأن الحكومة ترفض الموافقة على الميزانية اللازمة لرواتبهم. إنهم علماء متميِّزون، يمتلك كثيرٌ منهم سنوات من الخبرة في مرحلة ما بعد الدكتوراة، وقد اختيروا عبر عملية طويلة ومُلِحَّة، وعيّنهم رؤساء جامعاتهم.

تكافح الأقسام التي اختارت الأعضاء الـ800 لتعليم طلابها. ففي عام 2011، وللمرة الأولى منذ عقود، لم تعيِّن وزارة التعليم أيَّ أستاذ جامعي جديد. لقد تبخرت الإمكانات العلمية والمهنية للباحثين الشباب في اليونان؛ وهو ما سيترك جامعات البلاد هامدة وعاجزة. كما خُفِّضت ميزانية مؤسسات الأبحاث بنسبة 30%. وسوف يُقتطع من ميزانية التعليم لعام 2013 أيضا ما نسبته 14%؛ مما سيؤدي إلى ركود بحثي وتعليمي.

لا توجد أي إشارات على أن الحكومة اليونانية تدرك أهمية الالتزام طويل الأمد بتمويل البحث العلمي والتعليم، كجزء من استراتيجية تعزيز النمو الاقتصادي. ففي عام 2007، وحتى قبل التخفيضات الأخيرة، لم تتعد ميزانية الجامعات ومراكز الأبحاث في اليونان نسبة 0.6% من إجمالي الناتج المحلي، وهي نسبة أقل بكثير من الميزانية المماثلة في الاتحاد الأوروبي، التي تبلغ 1.9%.

كما خُفِّضت رواتب الباحثين وأعضاء الكليات بحوالي 20%. وفي حال ادِّعاء أحدهم أن الاقتصاد اليوناني انهار بسبب ارتفاع أجور موظفي القطاع العام، فإن متوسط الأجر الشهري للمُحاضِر الجامعي هنا يبلغ نحو 1000 يورو (1300 دولار أمريكي). ويتساءل الباحثون والأساتذة الذين أمضوا سنوات في بناء خبراتهم عما إذا كان هذا الراتب يوازي جهودهم، أم لا.

ومع ذلك.. فقد تكيَّف العلماء وتعلموا كيفية استخدام الحد الأدنى من المصاريف المعملية الباهظة، وتمرّسوا في العمل، مرتدِين معاطفهم عندما لا تتوفر الطاقة للتدفئة.

يجب تعزيز **الإمكانات البشرية** عبر تحركات حكومية **عاجلة.**

ومن هنا، يهاجر عددٌ كبير من العلماء الشباب إلى الخارج. ففي عام 2010، غادر اليونانَ 120 ألف باحث يوناني؛ للعيش والعمل في مكان آخر، أي نحو عُشْر إجمالي العلماء اليونانيين، ويقدر عددهم اليوم بـ150 ألفاً. فالقوى العاملة الشابة الماهرة ـ وهي عنصر أساسي للتنمية الاقتصادية ـ تختفي من المجتمع في أكثر أوقات حاجته إليها. وأنا أيضًا أفكر في المغادرة، فالوضع في اليونان ـ إضافة إلى خطط قادة الاتحاد الأوروبي بتخفيض ميزانية الأبحاث والتنمية ـ يرسم صورة قاتمة لأجيال المستقبل.

إنّ العلوم اليونانية تستحق الاستثمار والتمويل؛ لإنقاذها. ففي عام 2012، وخلافًا لكل التوقعات، احتلت اليونان المرتبة الثالثة عشرة في العالم في نسبة الأبحاث التي أسهمت في أبرز 1% من المقالات الأكثر اقتباسًا، متقدمةً على كندا وإيطاليا وفرنسا. لذا.. يجب تعزيز الإمكانات البشرية عبر تحركات حكومية عاجلة.

من الجيد البدء بمقاومة طلبات أساتذة الجامعات برفع سن التقاعد ثلاث سنوات، من السابعة والستين إلى السبعين. وقد اقتُرح هذا التعديل كَحَلٍّ قصير المدى للإدارات الأكاديمية التي بلغت نقطة الانهيار عبر تجميد التوظيف والتقاعد. وسوف تقضي خطوة كهذه على أيّ فرصة لتعيين أساتذة جامعيين جدد، لا سيما أن البرنامج الوطني للاستقرار المالي يدعو القطاع العام إلى تخفيض دراماتيكي عبر تعيين موظف جديد واحد مقابل خروج عشرة متقاعدين. وهذا يقف في وجه التجديد الطبيعي والضروري لموظفي الجامعات بضخ دماء جديدة، بل ويسرِّع وتيرة شيخوخة الجامعات اليونانية، ويحوّل الكليّات إلى قوقعة لمجموعة من الأساتذة كبار السن في غياب محاضرين أو باحثين شباب. وهذه المجتمعات الصغيرة ـ مثلما نَعْلَم من عِلْم الأحياء التطوري ـ مآلها إلى الانقراض. ■

فارفارا تراتشانا أستاذة مساعدة في بيولوجيا الخلايا في جامعة ثيسالي في لاريسا (التعيين مجمَّد لسنتين).
البريد الإلكتروني: vtrachana@gmail.com

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/psqtsw

نظرة شخصية على الأحداث



فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 يستحق القلق حِيَالَه

يُنبِّه **بيتر هُورْبِي** إلى أنّ التحذيرات حول ظهور فيروس إنفلونزا جديد قد تُثير الشكوكَ، ولذلك.. يجب أن نلتزم الحرص.

ظهر مؤخرًا نوع جديد من فيروس الإنفلونزا (أ) الذي يصيب الحيوانات، وسرعان ما عَبَرَ حدود إصابته للحيوانات؛ ليُصيب عددًا من البشر. وحاليًا، بعد مرور شهرين من تسجيل أوّل إصابة بشريّة بفيروس إنفلونزا الطيور H7N9، يثار السؤال التالي: ما هي المسارات الّتي ستنتقيها الأنواع الجديدة؛ لتسلكها من بين المسارات السّابقة؟

لقد دَقَّ أحد أسلاف فيروس H5N1 ناقوس الخطر، نظرًا إلى قدرته العالية على إصابة الجنس البشري. كما ثبت أنّه خصم عنيد؛ حيث ظلّ مستوطنًا في أوساط الدواجن عبر مساحات كبيرة في آسيا، لكنه ـ لحسن الحظ ـ لم يصل إلى درجة التكيُّف؛ للانتقال إلى الجنس البشري، ومن شخص إلى آخر. هناك أيضًا الفيروس الثاني H7N7، الّذي تَسَبَّب في عدد من الإصابات البشريّة الطفيفة في هولندا عام 2003، مع توافر أدلّة على انتشار محدود بين أفراد الجنس البشري، ولكن سرعان ما ساعد الإعدام المكثَّف للحيوانات على السيطرة الكاملة عليه، وتلاهما فيروس إنفلونزا الخنازير H1N1 الّذي ظهر في عام 2009، ونجح في التكيّف على إصابة الجنس البشري؛ مسبِّبًا بذلك تفشيًا وبائيًّا.

هل سيُثبِت فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 أنّه قابل للخضوع للسيطرة؟ وهل سيظل الفيروس محصورًا في أوساط الحيوانات؟ أم سيكون مثل فيروس إنفلونزا الخنازير H1N1 قادرًا على التكيف مع الجنس البشري بسهولة، مسبِّبًا تفشيًا ووبائيًّا؟... لا يمكن رسم الخط الرفيع بين التنبؤ والإنذار سوى بأثر رجعي، ومع ذلك.. أعتبِرُ أنا وزملائي أنّ فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 له العديد من السمات الّتي تجعله من فيروسات الإنفلونزا الجديدة المثيرة للقلق.

يُشبه بروتين الهيماجلوتينين الخاص بفيروس إنفلونزا الطيور H7N9 ـ الذي يرتبط بالخلايا المُستهدفة ـ مثيله في فيروسات إنفلونزا الطيور الأُخرى، الذي يسبّب مرضًا طفيفًا في الطيور، ويعني هذا أنّ الفيروس قادر على الانتشار بصمت في أوساط الحيوانات، وربّما في أوساط الطيور البريّة، وهو ما جعل من الإصابات البشريّة أحداثًا فرديّة، ولكن يُثير عدد الإصابات في الجنس البشري والامتداد الجغرافي لها ـ جميعها حتّى الآن وقعت في الصين ـ التخوّفَ من حدوث تَفَشٍّ مستتر عن قريب في أوساط الحيوانات الأخرى.

ويُمثّل العدد الصغير للإصابات الّتي تمّ اكتشافها بفيروس H7N9 في أوساط الدواجن أمرًا محيِّرًا؛ فعشرون في المئة من الأشخاص المُصابين بالفيروس لم يُسجّلوا تعرّضهم للدواجن من قبل. ومع ذلك.. تظل الطيور الداجنة هي المصدر الرئيس للإصابات البشريّة، كما أنّ هذا الفيروس أكثر قدرةً على التفشّي الوبائي في أوساط الحيوانات، وبخاصّة مع العدد الكبير من الموزّعين الذين يقومون بتوزيع الدواجن في أرجاء الصين. وتُمثّل الطيور البريّة طريقًا آخر لانتشار الإصابة. ومع غياب احتمالات تسبّب الفيروس في إصابات شديدة في الطيور، فإن الشكوك المُحيطة بالمصدر الحيواني للفيروس ـ الذي يسبب التفشّي الوبائي في أوساط الحيوانات ـ تمثل تحدّيًا هائلًا.

ولم تتمكّن المراقبة المشدّدة إلى الآن من إيجاد دليل على انتشار الفيروس بصورة فعّالة بين أفراد الجنس البشري، ولكن حدث بالفعل انتشار محدود بين أفراد الجنس البشري، وهو ما لا يُمثّل بالضرورة مراحل مبكّرةً من التحوّل نحو التكيّف الكامل على الجنس البشري، إذا ما قورن بما حدث مع الفيروسين H5N1، وH7N7. وعلى أي حال، فإنّ فيروسات H7N9 الّتي تمّ فصلها من المرضى تتميّز ببعض التوقعات الجينيّة المرتبطة بالقدرة على النسخ والانتقال والعدوى المرتفعة في الثدييات. وتتميّز المناطق التي يبدو أنّ الفيروس H7N9 يدور في أرجائها في الصين بأعداد كبيرة من الخنازير، وكثافة سكّانيّة عالية؛ وهو ما يوفّر فرصًا للمزيد من التكيّف في الثدييات، ولإعادة التصنيف مع الفيروسات التي تكيّفت على إصابة الأصناف البشريّة أو الخنازير.

> ربّما كانت **الإصابة البشريّة** الأولى بفيروس H7N9 خارج الصين مجرّد **مسألة وقت.**

هذا.. وأعراض فيروس H7N9 لديها بعض أوجه الشبه بالإنفلونزا الموسميّة البشرية. وعلى النقيض من فيروس H7N7 ـ الذي ظهر في عام 2003، متّخذًا التهاب الملتحمة صورةً له ـ فإنّ فيروس H7N9 تَسَبَّب في إصابات للجهاز التنفّسي في مختلف الأعمار، لكنّه كان أكثر شدةً في كبار السن، وأولئك الذين يُعانون من أمراض أخرى. وحقيقة ارتفاع متوسّط أعمار المُصابين ـ حوالي سن الستين ـ وأنّ معظم الإصابات المسجّلة كانت شديدة، ترجِّح أنّ الفيروس لم يتمكّن من التكيّف جيدًا على الجنس البشري. ومن ثمّ، فلن يكون هناك ما هو أقدر على إظهار ورَسْم الطيف الكامل للعدوى ومدى شدّتها، سوى المزيد من البيانات الإكلينيكية والوبائيّة عن تفشّي الفيروس. وسوف يُساعد التجميع القياسي ومشاركة البيانات الإكلينيكية في تقييم كل من الخطر، والعلاج. ويُمكن الاطّلاع على البروتوكول الإكلينيكي، وسجلّ الحالات، ونماذج الإفادات المُبَلّغ عنها من قِبَل الجمعية الدوليّة للعدوى التنفسيّة الحادّة، ومنظّمة الصحّة العالميّة عبر شبكة الإنترنت (انظر: go.nature.com/fpsiog).

وإذا تمكّن فيروس H7N9 من التكيّف على الجنس البشري، فربّما تقف في مواجهته مناعة بشريّة ضعيفة، أو ربما لا تواجهه على الإطلاق؛ فاكتشاف وتتبُّع فيروس تكيَّفَ جزئيًّا على الجنس البشري ـ كفيروس H7N9 ـ في مدينة كبيرة، كشنجهاي، أو بكين، يُعدّ أمرًا صعبًا، بينما يكون تتبُّع فيروس تكيَّفَ بشكل كُلِّي ضربًا من المستحيل، بل وربّما يكون قد تمكَّن من الانتشار محليًّا وعالميًّا؛ فشرق الصين قد أصبح أحد أكثر المراكز السكّانيّة "ارتباطًا" بالعالم؛ حيث يعيش 70% من سكّان العالم خارج الصين، على بعد ساعتين من مطار يرتبط بمنطقة الوباء برحلة جويّة مباشرة (انظر: go.nature.com/tvfev8). ولذا.. لن تُجدي القيود على السفر، أو لن يستمر طويلًا عملُ المسح الحدودي؛ من أجل احتواء الانتشار الوبائي للإنفلونزا.

إذا كان رد الفعل تجاه فيروس H1N1 مبالغًا فيه، فمن غير المعقول زيادة تعقيد الخطأ بالتقاعس تجاه مواجهة الفيروس الجديد H7N9. ورغم وجود الآمال بأنْ يظلّ هذا الفيروس فيروسًا حيوانيًّا، وربما كانت حقيقةُ أنه قد انتشر لمدة شهرين ـ على الأقل ـ بدون تكيُّف ثابت على الإنسان مؤشرًا إلى أنّ الاختلافات القائمة بين أنواع الكائنات الحية كبيرة جدًّا.. وربما لا تكون كذلك بالضبط. وربّما كانت الإصابة البشريّة الأولى بفيروس H7N9 خارج الصين مجرّد مسألة وقت. وهذا يُوجِب على القائمين على الصحّة العامّة والمجتمع الإكلينيكي إجراءَ تقييم سريع ودقيق؛ لمعرفة ما إذا كان هذا الفيروس يُمثِّل حالة منفردة من الانتشار بين الحيوان والإنسان، أمْ حالة انتشار عالمية لفيروس مكيَّف جزئيًّا أو كليًّا لإصابة الجنس البشري. ■

بيتر هُورْبِي يعمل في وحدة البحث الإكلينيكي بجامعة أوكسفورد، صندوق «ويلكم»، مبادرة الأمراض المعدية بفيتنام وسنغافورة. ويعكس هذا المقال رؤى وخبرات عديد من الزملاء المنصوص عليهم في go.nature.com/lskojq
البريد الإلكتروني: phorby@oucru.org

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/lskojq

أضـواء على الأبحـاث
مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم الأعصاب

بصمة الدماغ للألم الحراري

يمكن أن يساعد نشاطُ الدماغ الأطباءَ يومًا في مراقبة الألم، حيث لا يوجد هناك اختبار فسيولوجي موثوق فيه بعد.

وباستخدام نوع من التصوير بالرنين المغناطيسي الذي يُظهِر أجزاء محددة من الدماغ عند نشاطها، بدأ تور ويجر وزملاؤه ـ بجامعة كولورادو، بولدر ـ بتصوير أدمغة 20 متطوعًا أثناء تعرضهم لأحاسيس تتراوح من دافئ إلى حار مؤلم على أذرعتهم. واستخدم الباحثون هذه البيانات لإيجاد نمط للنشاط والخمول العصبي اللذين ظهرا باستمرار عندما تعرض المتطوعون للسخونة المؤلمة.

وأظهرت اختبارات أخرى أن هذه البصمة يمكنها التمييز بين الألم الجسدي والمحفزات الأخرى، مثل الألم الاجتماعي، والذكريات المؤلمة. وتَمّ خفض هذه البصمة باستخدام المسكنات. ويمكن لهذه الأنماط أن تؤدي يومًا إلى تقييم أكثر موضوعية للألم.

***N. Engl. J. Med.* 368, 1388–1397 (2013)**



FRASER HALL/ROBERT HARDING PICTURE LIBRARY

التغير المناخي

نباتات الصحراء لا تجني فوائد

الأجواء الغنية بثاني أكسيد الكربون يمكنها تعزيز الإنتاجية النباتية في بعض النظم الإيكولوجية، لكن قد يمنع الجفاف تسارع أو ازدياد نمو النباتات الصحراوية، كنباتات صحراء موهافي (الصورة) بجنوب غرب الولايات المتحدة.

وقد قام باحثون ـ بقيادة بيث نيوينجام، من جامعة نيفادا في لاس فيجاس ـ بقياس الإنتاجية ـ أعلى وأسفل سطح الأرض ـ لنباتات تعرضت لمستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون الجوي بمواقع تجريبية في صحراء موهافي لعقد من الزمان.

ووجد الباحثون أن أنواع الشجيرات والأعشاب السائدة التي تتعرض لمستويات أعلى من ثاني أكسيد الكربون أظهرت زيادات في الوزن والتمثيل الضوئي في السنوات الرطبة، مقارنةً بنباتات في مواقع الضبط والمقارنة تعرضت لغاز ثاني أكسيد الكربون بمحيطها، إلا أن هذه الزيادة لم تستمر أثناء الجفاف.

ويرجِّح الباحثون أن النظم الإيكولوجية الصحراوية ـ التي تغطي حوالي ثلث مساحة سطح اليابسة ـ قد تكون محدودة بالماء أكثر من أن تكون محدودة بالكربون.

***Glob. Change Biol.* http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12177 (2013)**

الأحياء المجهرية

الكلاب ومُرَبُّوها يتشاركون الميكروبات

استوطنت لدى البشر أنواع الميكروبات الموجودة في الأشخاص أنفسهم، إلى جانب تلك الموجودة في الحيوانات الأليفة التي تعيش معهم أيضًا. وقد اتجه روب نايت وفريقه ـ بجامعة كولورادو، بولدر ـ إلى فك تتابعات الحمض النووي؛ لتحليل ميكروبات تستوطن جلد وأمعاء وأفواه 159 شخصًا و36 كلبًا، يعيشون في 60 أسرة.

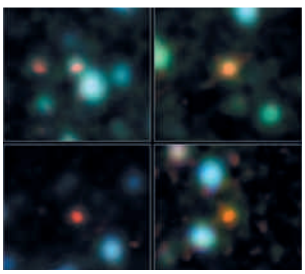
إنّ البشر يميلون إلى استضافة مجتمعات ميكروبية ـ خاصةً على الجلد ـ تماثل تلك الموجودة لدى مَن يعيشون معهم، ويُلاحَظ ذلك بين أفراد الأسرة (الزوج والزوجة وأطفالهما). كذلك يشترك مُرَبُّو الكلاب الراشدون في ميكروبات الجلد مع كلابهم أكثر من اشتراكهم مع الكلاب الأخرى. ومع ذلك.. اختلفت ميكروبات أفواه وأمعاء الكلاب عن تلك الموجودة عند أصحابها. يقول الباحثون إن الكائنات المجهرية المشتركة على الجلد قد تساعد في شرح سبب ارتباط امتلاك الكلاب بانخفاض معدلات الحساسية لدى الأطفال.

***eLIFE* 2, e00458 (2013)**

علم الفلك

المجرات المُغَبَّرَة تدخل مجال الرؤية

قام علماء الفلك بأول مسح موثوق إحصائيًّا لأحد أنواع النجوم المكوِّنة للمجرات في عمر مبكر للكون. ومعرفة هذه الأجسام البعيدة مهم لفهم تكوين هذه المجرات وتطورها، لكن الغبار الذي يلفها عادة ما يحجب تفاصيلها؛ مما يصعّب تمييزها باستخدام التليسكوبات التي تجمع موجات الراديو أو الضوء المرئي. وقد استخدمت جاكلين هودج وزملاؤها ـ بمعهد ماكس بلانك لعلوم الفلك في هايدلبرج، ألمانيا ـ مرصد مجموعة أتاكاما المليّمتري/ دون المليّمتري الكبير (ألما) في تشيلي لاختراق حجب الغبار برصد انبعاثات عند أطوال موجية دون المليّمتر من الضوء، وهو طول بين الأشعة تحت الحمراء وموجات الراديو.



ALMA/J. HODGE/A. WEISS

وأسفرت مراقبة العلماء لإجمالي 126 مجرة لم تكن واضحة سابقًا في كوكبة الكور الكيماوي الجنوبية، عن نقل أجسام ضبابية إلى تركيز أكثر وضوحًا (في الصورة). وتبين أن ثلثها، وربما نصفها ـ على الأقل ـ مجرات متعددة.

***Astrophys. J.* 768, 91 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MEGAN SZYNDLER/CATHERINE LOUDON

المواد الحيوية

مصيدة من أوراق البقول لسيقان البق

ظهر حلٌّ طبيعي شعبي من أوروبا الشرقية يصطاد حشرة الفراش بفعالية أكبر من نظائره التخليقية. فقد استخدمت كاثرين لاودن وزملاؤها ـ بجامعة كاليفورنيا، إرفاين ـ مجهر المسح بالإلكترون والتصوير بالفيديو؛ لتوثيق سبب فعالية أوراق البقول، التي تُنشر تقليديًّا حول السرير الموبوء، في اصطياد بق الفراش. إن الشعيرات الموجودة على الأوراق ـ المعروفة باسم الزوائد السطحية ـ تحتجز الحشرات بتطويق أقدامها وربط أرجلها (في الصورة). وقد صمم الباحثون تقليدًا تخليقيًّا للشعر بمواد بولي ڤاينيلسيلوكسان لصب القوالب التي تُستخدَم غالبًا في طب الأسنان، وتقليد هجين من سيقان اصطناعية وأطراف زوائد سطحية طبيعية. ورغم أن المنتجَيْن المقلّدَيْن يتعلقان بالبق، إلا أنهما لم يتمكنا من تطويقه. ويدل هذا على أن إيجاد مصيدة أفضل للبق يحتاج إلى تجريد الخواص الميكانيكية للزوائد السطحية لأوراق الفول على نحو أفضل.

J. R. Soc. Interface **10, 20130174 (2013)**

DAISUKE KUBO

بيولوجية الخلية

المُعزِّزات الفائقة تتحكم في الجينات

إنّ العدد الضخم من الجزيئات الحيوية المنظمة للتعبير الجيني تحكمه طبقة سيطرة غير متوقعة. فقد وجد الباحثون ـ بقيادة ريتشارد يونج بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس، كمبريدج ـ تَجَمُّعات من العوامل المعزِّزة (المحسّنة) ـ وهي أجزاء من الحمض النووي، ترتبط ببروتينات تنظيمية، وتلتحق بالجينات لتُفَعِّلها ـ وقاموا بتسميتها «عوامل مُعَزِّزة فائقة». ولدى مقارنتها بالعوامل المُعَزِّزة العادية، تتقيد العوامل المُعَزِّزة الفائقة ببروتينات تُنشِّط نسخ الجينات وهي أكثر حساسية للاضطراب.

ووجد الباحثون أن خلايا سرطانية تُجَمِّع عوامل مُعَزِّزة فائقة مَرَضِيّة. وتضم الخلايا البشرية عشرات الآلاف من الجينات وعوامل مُعَزِّزة أكثر، لكن معظمها تحت سيطرة بضع مئات من العوامل المُعَزِّزة الفائقة التي تُضفي سمات مميزة على كل نوع من الخلايا، حسبما يرى الباحثون.

Cell 153, **307–319; 320–334 (2013)**

وللمزيد حول هذا البحث.. انظر: go.nature.com/spue5g

البيئة

البذور تتنقل على الطرق غير المُعبَّدة

ربما تتيح الطرق الترابية ممرات مهمة لتوزيع البذور.

في هذه الدراسة، قام ألبرتو سواريز استيبان وزملاؤه بمحطة دُونانا للأبحاث البيولوجية في إشبيلية، إسبانيا، بجمع روث الحيوانات من 66 كيلومترًا من فواصل غطاء نباتي من صنع الإنسان، كموانع انتشار الحريق والطرق الترابية، فضلًا عن الأحراش المجاورة، بحديقة دُونانا الوطنية بجنوب غرب إسبانيا. وفرز الباحثون وأحصوا البذور الموجودة في 615 عيِّنة من روث الأرانب، وآكلات اللحوم، وذوات الحوافر كالغزلان.

وأوضحت البحوث أن آكلات اللحوم والأرانب تفضِّل التبرز على المسارات، مما ينشر حوالي 124 ضعفًا من البذور القابلة للحياة على طول المسارات، مقارنةً بغابات الأشجار المنخفضة. ورغم أن ذوات الحوافر تتجنب التبرز على طول المسارات، يحتوي روثها أيضًا على بذور أقل قابلية للحياة.

وحسب ما ذكره الباحثون، فقد يكون لإخلال البشر بهذه المنظومة أثر تم تجاهله ضمن جهود الحفاظ على النبات بمساعدة الحيوانات على نشر البذور بين تجمعات النبات المعزولة، لكن قد توفر أيضًا مسارات للأنواع الغازية.

J. Appl. Ecol. **http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12080 (2013)**

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

مواد

كُرّات نانويّة لصنع أغشية ذكيّة

الأكثر قراءة على www.acs.org في مارس 2013

تم تحويل كرات نانوية من السيليكا مغلّفة بالذهب إلى أغشية يمكن هندسة نفاذيتها. فقد أنشأ إيليا زاروف، وباتريشيا إجناتسيو دي ليون بجامعة يوتا، سولت ليك سيتي، كرات نانوية تتجمع ذاتيًّا في صفوف، يمكن بعد ذلك تسخينها لصنع أغشية غير عضوية. وبتغليف كرات السيليكا النانوية بالذهب، استطاع الثنائي جمع تنويعة من المجموعات الكيميائية إلى الكرات. وكانت هناك تعديلات سطحية أثرت في كيفية مرور جزيئات مختلفة من خلال الأغشية، وهي عملية يمكن التحكم فيها أكثر بتغيير درجة الحموضة (pH).

يقول الباحثون إن لهذه المواد تطبيقات في فصل المواد الكيميائية، والمواد المحفِّزة، وأجهزة الاستشعار.

Langmuir 29, **3749–3756 (2013)**

علم المناعة

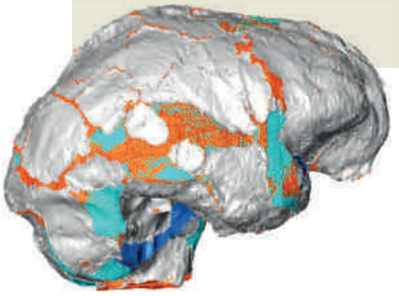
بروتينات التنشيط تقمع أيضًا

إنّ مسارات الإشارات التي نسقت ـ بدايةً ـ هجمات فاعلة ضد الفيروسات يمكنها أيضًا ـ للمفارقة الغريبة ـ أن تساعد في استدامة العدوى المزمنة.. فبروتينات «إنترفيرون النوع الأول» IFN-I تمنع تكاثر الفيروس خلال مراحل العدوى المبكرة، لكنها غير قادرة على إزالة العدوى المزمنة. ولحل هذا اللغز طويل الأمد، درست مجموعتان مستقلتان ـ بقيادة ديفيد بروكس من جامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس؛ ومايكل أولدستون من معهد سكريبس للأبحاث في لايولا، كاليفورنيا ـ الفئران المصابة بسلالات من فيروس التهاب السحايا المشيمي اللمفاوي، التي تسبب عدوى مزمنة.

ووجد الفريقان أن إنترفيرون النوع الأول ينتج اندفاعًا أوليًّا من نشاط مضاد للفيروسات، لكنه يضعف الجهاز المناعي لاحقًا؛ مما يتيح للفيروس الاستمرار. إنّ التفعيل المزمن للجهاز المناعي يمكن أن يُتْلِف الأنسجة.

ويتكهن الباحثون بأن إشارات إنترفيرون النوع الأول تُخفف حدة استجابة جهاز المناعة للحدّ من هذا الضرر. ويقول الباحثون إن تثبيط إشارات إنترفيرون النوع الأول قد يساعد في السيطرة على الالتهابات الفيروسية المزمنة.

Science 340, **202–207; 207–211 (2013)**



علم الإحاثة

أدمغة أقزام الهوبيت ليست صغيرة

هناك تقديرات جديدة لحجم دماغ إنسان فلوريس، جعل القول بانحدار هؤلاء الأسلاف الصغار من إنسان إريكتوس (منتصب القامة) أكثر جدوى.

إنّ أصول إنسان فلوريس قد نوقشت بكثافة في العقد الماضي منذ اكتشاف أحافير عمرها 18ألف سنة تقريبًا لبشر طوله متر بجزيرة فلوريس في إندونيسيا الشرقية. واستخدم يوسوكي كايفو وزملاؤه ـ بجامعة طوكيو ـ نُسَخًا لجمجمة إنسان فلوريس والتصوير المقطعي المُحَوْسَب عالي الدقة؛ لعمل نماذج (في الصورة) لدماغ هؤلاءالأسلاف. وكان حسابهم لحجم الدماغ البالغ 426 سنتيمترًا مكعبًا ـ أي تقريبًا ثلث حجم دماغ الإنسان ـ يمثل التقدير الأكثر دقة حتى الآن، وهو أكبر قليلًا من التقديرات السابقة. وبحسب ما قاله الباحثون، فإن الإنسان منتصب القامة خضع لتقزم شديد في جزيرة معزولة.

Proc. R. Soc. B 280, **20130338 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بحوث الأمراض

هرمون جديد لداء السكري

تم مؤخرًا تحديد هرمون يُحَفِّز نمو خلايا منتِجة للإنسولين في بنكرياس الفأر. فقد تعرّف دوجلاس ميلتون وزملاؤه ـ بجامعة هارفارد، كمبريدج، ماساتشوستس ـ على هرمون يسمى «بيتاتروفين»، وذلك في أثناء البحث عن جينات تكون أكثر نشاطًا في أنسجة الكبد والأنسجة الدهنية عندما تُعترَض إشارات الإنسولين. وأدَّى حقن فئران أخرى بالبيتاتروفين إلى زيادات بمتوسط 17 ضعفًا في معدلات تكاثر خلايا بيتا، التي تتدهور في بعض أنواع السكري. ورغم أن آلية عمل هذا الهرمون غير معروفة بعد، فقد أظهر الباحثون أن كبد الإنسان أيضًا ينتج هرمون بيتاتروفين. ويقول الباحثون إن هذا الهرمون قد يحل يومًا محل الإنسولين كعلاج للسكري.

***Cell* http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2013.04.008 (2013)**

لقراءة المزيد عن هذا البحث، انظر: go.nature.com/5esyqp



BRIGITTE MERZ/LOOK/ROBERT HARDING PICTURE LIBRARY

علم البراكين

الاندلاعات الصغيرة تفعل فعلها

إنّ مقياس تصنيف اندلاعات البراكين قد يقلل من خطورة الانفجارات الضعيفة. فقد قام فريق بقيادة بروس هوتون ـ بجامعة هاواي في هونولولو ـ بدراسة المواد التي اندلعت في 2008 من بركان "كيلويا" في هاواي. ولوحظ أنّ أكبر الاندلاعات قذفَ 310 أمتار مكعبة من الرماد والصخور، لكن تم تصنيفه في الفئة (صفر)، وهي أدنى قيمة لمؤشر التفجُّر البركاني (VEI)، الذي يعتمد أساسًا على كمية المادة المقذوفة.

ورغم أن الفئة (صفر) توصَف بأنها غير متفجرة، فإن ثورات "كيلويا" في عام 2008 لم تكن كذلك، لكنها كانت فقط منخفضة الحجم. ويقترح الباحثون تقسيم الفئة (1) الموجودة إلى قسمين، وإضافة فئات أخرى؛ وصولًا إلى 6-.

ويمكن لهذه التعديلات أنْ تسمح بتوصيف أكثر دقة للانفجارات الصغيرة، وأنْ تسمح لمديري المخاطر بإخطار الناس الذين يعيشون قرب البراكين ـ أو زائريها ـ بشكل أفضل بالأخطار التي يمكن أنْ يتعرضوا لها.

***Geology* http://dx.doi.org/10.1130/G34146.1 (2013)**

علم الإحاثة

مفترس مجنَّح تَغذَّى على السَّمَك

تم العثور على أحفور لديناصور، كان يُعْتَقَد أنه يتغذى على حيوانات تعيش على الأشجار، ووُجِدَ في بطنه سمكة. كانت حفريات المفترس ميكروراپتور جاي (*Microraptor gui*) ـ ذي الأربعة أجنحة من الريش، الذي عاش قبل 120 مليون سنة ـ تُستخدَم لفهم أصول طيران، حيث وُجدت سابقًا وهي تحوي طيرًا وثدييًّا متسلقًا للأشجار محفوظَيْن في أحشائه.

وكان سكوت برسونز وزملاؤه ـ بجامعة ألبرتا في إدمنتن، كندا ـ قد ذكروا أن هناك أحفورًا (في الصورة) يحوي سمكة مهضومة جزئيًّا في معدته. كما وصف الباحثون أيضًا بعض ملامحه، مثل أسنانه الأمامية البارزة إلى الأمام، التي تماثل أسنان الحيوانات صائدة السَّمَك.

يقول الباحثون إن عادات التغذية لأنواع ميكروراپتور هي الآن أفضل عيِّنة من أي ديناصور غير طائر، وتكشف عن أنه حيوان مفترس في البيئات الشجرية والمائية.



L. FANG

***Evolution* http://dx.doi.org/10.1111/evo.12119 (2013)**

ميكانيكا الكَمّ

اتصالات.. بلا تبادلات

اقترح الباحثون طريقة اتصال كميّة، يمكن أنْ تنتقل المعلومات من خلالها بين طرفين، دون تبادل الجسيمات المادية.

إنّ الاتصالات الكمية تبشِّر بتشفير آمِن جدًّا، لكن معظم المخططات المقترَحة حتى الآن تتطلب من أطراف التواصل تبادل الجسيمات. فقد اقترح حاتم صالح وزملاؤه ـ بمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في الرياض، المملكة العربية السعودية ـ مخططًا، يتأثر فيه فوتون محفوظ لدى أحد الطرفين بفتح أو إغلاق الطرف الآخر لقناة بينهما. ومبدئيًّا، يسمح هذا المخطَّط بقياس يمكنه نقل المعلومات بأمان، دون نقل أو تبادل الجسيمات المادية. وهذا يتحدى افتراضات طويلة الأمد لمتطلبات الاتصالات، حسب قول الباحثين.

***Phys. Rev. Lett.* 110, 170502 (2013)**

النمو الحضري

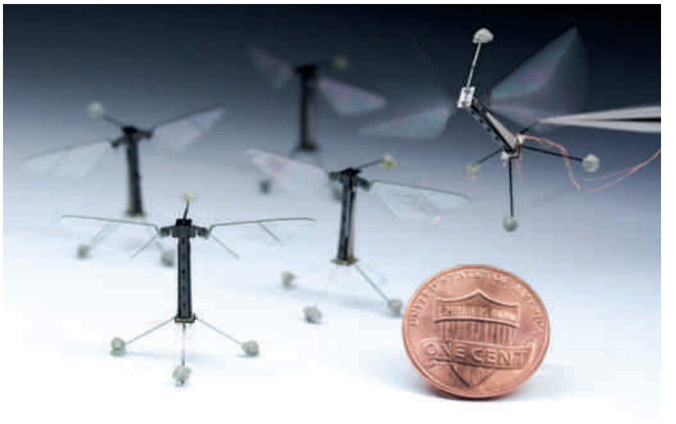
شكل المدن المستقبلية

تتغير الملامح المادية لأكبر المدن في العالم مع توسع المراكز الحضرية في آسيا رأسيًّا وأفقيًّا.

فقد مزج ستيف فرولكينج وزملاؤه ـ بجامعة نيوهامبشاير، دُورهام ـ ملاحظات الأقمار الاصطناعية للإضاءة الليلية والتشتت الارتدادي عن المناطق الحضرية ـ وهو انعكاس موجات المايكروويف من سطح الأرض المبنية ـ لاستنتاج كيفية تغيُّر بِنَى 100 مدينة كبيرة حول العالم بين عامي 1999 و2009. لقد نمت معظم المدن الصينية عموديًّا، مما عَكَس زيادات هائلة في أسعار الأراضي. أمّا توسع المدن في الهند وأفريقيا، فكان إلى الخارج، نظرًا إلى عوامل معينة، كالنمو الحضري العشوائي، وحدود ارتفاع البناء.

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام البيانات لمساعدة الباحثين في فهم كيفية تأثير التحضر في استهلاك الطاقة، وانبعاث غازات الاحتباس الحراري.

***Environ. Res. Lett.* 8, 024004 (2013)**



KEVIN MA/PAKPONG CHIRARATTANANON/SCIENCE AAAS

علوم الروبوت

آلات صغيرة مُجَنَّحة

يمكن لروبوتات بحجم الحشرات محاكاة تحليق واندفاع الذباب. ولطالما كانت خفة الحركة الجوية للذباب محل إعجاب، لكن القيود التقنية في التصغير أعاقت محاولات تكرار هذا في الروبوتات المماثلة حجمًا. وقد ابتكر كيفن ما وزملاؤه ـ بجامعة هارفارد، كمبريدج، ماساتشوستس ـ عملية تصنيع ليزر متخصصة، أتاحت لهم ابتكار هياكل مركبة صغيرة، تضم أجنحة ميكانيكية وعضلات الطيران. استخدم الباحثون هذه المكونات لبناء ذباب روبوتي يزن 80 مليّجرامًا بمعدل رفرفة، وخفقات أجنحة، واستخدام طاقة تماثل نظيراتها في الذباب الحقيقي.

واستطاع الذباب الميكانيكي (الصورة) القيام بمناورات طيران محكومة، والتحليق في المكان. ويمكن لهذا العمل أنْ يفتح الباب لابتكارات إضافية في الآلات المصغرة.

Science **340, 603–607 (2013)**

الإيكولوجيا الزراعية

حبوب اللقاح تُقوِّي جينات النحل

يمكن أن يموت النحل بسبب افتقاده مُغَذّيات موجودة في العسل. إنّ نحل العسل الغربي (أبيس مليفيرا) يضيف مليارات الدولارات إلى الاقتصاد العالمي بتلقيح المحاصيل، لكن اضطراب انهيار المستوطنات الغامض أودى بحياة عديد من خلايا النحل. ويُلقَى اللوم مؤخرًا على مبيدات الآفات الزراعية، والتكدس، والانتقال المتكرر، وطفيليات النحل.

وقد أشارت أبحاث ماي بيرنبوم وزملائها ـ بجامعة إلينوي، أوربانا شامبين ـ إلى وجود عامل مساهم آخر، ألا وهو بدائل العسل التي يغذّي بها النَّحّالون التجاريون نَحْلَهم. واستخدم الباحثون الفصل اللّوني السائل؛ لتحديد المُرَكّبات الموجودة في العسل، التي تُنَشِّط جينات يزداد تنظيمها بالمواد الغذائية، ثم قاموا بتحليل التعبير الجيني في نحل تَلَقَّى أغذية مختلفة. ولوحظ أنّ النحل الذي تغذى على حمض بي-كوماريك ـ وهو مركّب موجود في حبوب اللقاح ـ بَيَّنَتْ جينات أكثر لإزالة السموم، مقارنةً بنحل تغذّى على شراب السكر العادي. كما أنتج نحلٌ تغذَّى بمركّب حبوب هذا اللقاح مستويات أعلى من جينات الببتايدات المضادة للميكروبات.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1303884110 (2013)**

علم الفلك

رياح النجم الوليد تسافر بعيدًا

ما يحدث في المجرات المُكوِّنة للنجوم لا يبقى في المجرات المُكوِّنة للنجوم. ويمكن للتدفُّق القوي الناتج من النجوم حديثة التكوين أن يمُدّ الفضاء بطاقة تتجاوز حدود المجرة الرئيسة.

وقد استخدمت سانتشاييتا بورثاكور وزملاؤها ـ بجامعة جونز هوبكنز، بالتيمور، ميريلاند ـ تليسكوب الفضاء هابل؛ لسبر 20 مجرة قريبة. ومرّت كل مجرة بانفجار؛ لتكوين نجم في غضون بضع مئات من ملايين من السنين الماضية. ووجد الباحثون أن الرياح المتدفقة من النجوم حديثة التكوين تُؤَيِّن جزيئات الغاز لنحو 200 كيلو فرسخ فلكي من مراكز المجرات. وهذه هي أولى المشاهدات لمثل هذه التغيُّرات بعيدة المدى. ويمكن للتدفق أنْ يُعدِّل مواد المجرة بطرق تكبح نمو النجوم في المستقبل.

Astrophys. J. **768, 18 (2013)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

الجينوم

قراءة تتابعات الحمض النووي الريبي المتشابك

الأكثر قراءة على genomebiology.com في في إبريل 2013

يمكن فكّ تتابعات نسخ الحمض النووي الريبي من عيّنات بيولوجية، لكنّ الاستفادة من تتابعات تفشل في التطابق بالضبط مع الجينوم المرجع أمرٌ صعب.

فقد صمم إريك رايفلز وفريقه ـ بجامعة مونبلييه، فرنسا ـ برنامجًا حاسوبيًّا يُسمَّى CRAC، يمكنه تحديد النسخ الصعبة (المعقدة) كأخطاء تجريبية، أو إعادة ترتيبات الصبغيات، أو طفرات صغيرة، أو تعديلات للحمض النووي الريبي المرسال. يضاهي البرنامج بشكل متزامن أجزاء منفصلة من تتابعات الحمض النووي الريبي بمواقع في الجينوم، ويحصي عدد مرات تكرار تتابعات الأجزاء الفريدة، وهي استراتيجية تمزج خطوات حسابية عديدة. يقول الباحثون إنه برغم أنّ البرنامج يتطلب ذاكرة أكبر من بعض البرمجيات المماثلة، لكنه أكثر حساسية ودقة من أدوات أخرى لتصنيف نسخ الحمض النووي الريبي.

Genome Biol. **14, R30 (2013)**

الكيمياء العضوية

الحديد يسهِّل التصنيع الصعب

هناك محفِّز جديد سوف يساعد الكيميائيين على صنع جزيئات معقدة من لَبِنَات بناء بسيطة.

في أبحاث اكتشاف الأدوية، يحدد الكيميائيون أولا جزيئاً عضوياً واعداً، فيما يمكنهم بنهاية المطاف صناعة آلاف النظائر أملا في تحسين خصائص الدواء المحتملة. أحد التعديلات المرغوبة غالبا هو مبادلة ذرة كربون بذرة نيتروجين في الحلقة المُكَوِّنَة للجزيء، لكن العمليات القياسية لهذا غير فعّالة. إليزابيث هينيسي وتيودور بيتلي بجامعة هارفارد، كامبريدج، ماساتشوستس، صمّموا مُركّبًا يحتوي على الحديد يُنَشِّط رابطًا هيدروكربونيًّا عادةً ما يكون كامنًا. هذا يُسَرِّع ويُبَسِّط التصنيع الكيميائي المطلوب بالسماح باستخدام مجموعة أكبر من الطلائع.

Science **340, 591–595 (2013)**

فيزياء

أدلة من الزجاج المُحَطَّم



ISTOCKPHOTO/THINKSTOCK

الشقوق التي تتشعب من ثقب بنافذة مكسورة (الصورة) تكشف عن معلومات كمية للمواد المُحَطّمة والقذيفة التي حطمتها.

درس نيكولاس فاندنبرج وزملاؤه بجامعة إيكس مرسيليا، بفرنسا، هذه الشقوق بإطلاق اسطوانات من الفولاذ على شكل رصاصة على صفائح بلاستيك وزجاج. استخدم الفريق كاميرا عالية السرعة لإظهار كيفية تشكل الشقوق وانتشارها. يزداد عدد الشقوق المتشعبة مع سرعة التصادم، فضلا عن هشاشة المواد.

وضعت المجموعة نموذجًا رياضيًّا اعتمادًا على هذه الملاحظات. يمكن استخدام هذا النموذج على الأرض وفي الفضاء – لمساعدة مُحَقِّقي الطب الشرعي في إعادة تمثيل الجرائم، ومساعدة علماء فيزياء الفلك على تحليل الحُفَر الناجمة عن التصادم على الكواكب والأقمار البعيدة.

Phys. Rev. Lett. **110, 174302 (2013)**

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/latestresearch

شخصيات

وفاة عالِم أحياء

تُوفي عالِم الأحياء الفرنسي فرانسوا جاكوب، الحائز على جائزة نوبل، وذلك في 19 إبريل الماضي، عن عمر يناهز 92 عامًا. كان جاكوب قد تقاسم جائزة نوبل لعام 1965 ـ التي تُمنح في مجال علم وظائف الأعضاء أو الطب ـ مع جاك مونو، وأندريه لووف، نظير عمله على دراسة التعبير الجيني، وكيفية السيطرة عليه. وبينما كان يعمل في معهد «باستير» في باريس، قام بفصل البروتينات التنظيمية التي ترتبط بالحمض النووي، ومنع انتساخها إلى الحمض الريبوزي النووي؛ وبالتالي تثبيط تعبير الإنزيمات الخلوية. وقد أوضح جاكوب كيف يمكن لردود الفعل من بيئة الخلية أن تغيِّر من نشاط البروتينات التنظيمية.

FEISAL OMAR/REUTERS



أعداد وفيات المجاعة الصومالية

أودت المجاعة في الصومال بحياة قرابة 258 ألف شخص بين أكتوبر 2010، وإبريل 2012، بحسب دراسة نُشرت في 2 مايو الماضي. وقد كان أكثر من نصف الوفيات أطفالًا دون الخامسة من العمر (في الصورة). وصار تقرير «شبكة أنظمة الإنذار المبكر للمجاعة» FEWS NET، التي تمولها «الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية» في واشنطن العاصمة، هو أول تقدير للخسائر في الأرواح بسبب الأزمة الناجمة عن جفاف شديد. وقدّر باحثون أن 5% تقريبًا من إجمالي السكان في جنوب ووسط الصومال قد فارقوا الحياة. وصرّح كريس هيلبرونر، مستشار دعم اتخاذ القرار لشبكة الإنذار المبكر للمجاعة، أن: "نتائج الدراسة تشير إلى أن ما وقع في الصومال هو من أسوأ المجاعات التي حدثت في الخمس والعشرين سنة الماضية".

أرقام

86 مليار دولار

هو الحد الأعلى لتكلفة التزويد بالكهرباء، ووقود الطهو ذي الاحتراق النظيف، والمواقد ـ المطلوبة في جميع أرجاء العالم ـ بحلول عام 2030، وفق ما أعلنه «المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية» ـ ومقره مدينة لاكْسِنْبِرج بالنمسا ـ في 2 مايو الماضي.

إكثار أسماك السلمون

شككت شركة «هيدا سلمون ريستوريشن» HSRC ـ وهي شركة تقنيات حيوية تعمل في مجال تربية سمك السلمون، ومقرها جزر الملكة شارلوت في كندا ـ في شرعية تفتيش مقرها من قِبَل «وكالة البيئة الكندية» الحكومية في الشهر الماضي. وقد أعلنت الوكالة أن الشركة ألقت بمركبات للحديد قبالة الساحل الغربي لكندا بطريقة غير مشروعة، لكن شركة HSRC صرّحت بأن المقصود من إلقائها هو تخصيب العوالق النباتية؛ مما يزيد معدل إنتاجية المحيط؛ وبالتالي أعداد سمك السلمون. وفي يوم 17 إبريل الماضي، قدّمت الشركة مذكرة أمام القضاء، بحُجّة أن اللوائح الكندية لمكافحة التخلص من النفايات لا تنطبق على "تغذية الأعشاب البحرية بالمحيط وإحيائها".

أبحاث

ضوء أخضر لتليسكوب

حصل مسؤولون من هاواي على تصريح لبناء «تليسكوب الثلاثين مترًا» TMT على جبل مونا كيا في هاواي، الذي يصل ارتفاعه إلى 4200 متر، حسبما أعلن مديرو المشروع في 13 إبريل الماضي. يمكن أن يبدأ البناء في وقت مبكر من شهر إبريل لعام 2014. يوجد ثلاثة عشر تليسكوبًا بالفعل على الجبل المقدس، إلا أن «تليسكوب الثلاثين مترًا» سيكون الأكبر. ويوجد أكبر الأجهزة البصرية حاليًا على جبل مونا كيا؛ وهما زوج متماثل من التليسكوبات بمرصد «كيك»، يبلغ قطر عدسة كل منهما 10 أمتار. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/cy6r5s.

طوق نجاة لمنطقة بكندا

ألقت حكومة أونتاريو بطوق نجاة إلى «منطقة البحيرات التجريبية» ELA بكندا في يوم 24 إبريل الماضي. وكان نقص التمويل قد أدّى بالحكومة الكندية إلى إغلاق مرفق بحوث المياه العذبة (**في الصورة**) في شهر مارس الماضي. وقد صرّحت رئيس وزراء أونتاريو، كاثلين واين، بأن المقاطعة ستوفر تمويلًا لدعم المنشأة، وسوف تعمل من أجل التوصل إلى اتفاق بشأن نقل عمليات البحث إلى «المعهد الدولي للتنمية المستدامة»، وهو مركز أبحاث يقع في مدينة وينيبج بمقاطعة مانيتوبا. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/q39xpw.

HANNAH HOAG



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



NATASHA GILBERT

سياسات

الزراعة في أفريقيا

يجب على المزارعين الأفريقيين استخدام تقنيات مستدامة وصديقة للبيئة؛ لخفض ارتفاع مستويات الجوع في جميع أنحاء القارة، وفقًا لتقرير صدر في 18 إبريل الماضي من «لجنة مونبلييه» Montpellier Panel؛ وهي مجموعة من خبراء الزراعة والتنمية، ومقرها العاصمة لندن. وإحدى الممارسات الموصى بها في ملاوي مبينة في الصورة؛ وتتمثل في زراعة المحاصيل تحت الأشجار (المخصِّبة)، مثل *Faidherbia albida*، التي تمدّ التربة المحيطة بها بمواد مغذية. ويذكر التقرير أن التكثيف المستدام للزراعة في أفريقيا سوف يزيد من إنتاجية المحاصيل؛ وسوف يعطي أطعمةً مغذية بدرجة أكبر، في ظل تقليل الاعتماد على الأسمدة والمبيدات الحشرية، وبالتالي خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

مبيعات الهيليوم

صوّت مشرِّعون أمريكيون في 26 إبريل الماضي لصالح مواصلة بيع غاز الهيليوم من الاحتياطيات الاتحادية. وتأتي هذه الخطوة في أعقاب تحذيرات من نقص وشيك في المعروض من الغاز؛ الذي يستخدمه باحثون، ومصنعو الأجهزة الإلكترونية في التبريد. كان من المتوقع أن تتوقف الولايات المتحدة عن تداول احتياطيات الهيليوم في أكتوبر الماضي، فور سداد ديون بقيمة 1.3 مليار دولار من عائدات بيع الغازات، غير أن مجلس النواب وافق على تمديد فترة مبيعات الهيليوم إلى أن يتبق 85 مليون متر مكعب فقط من المخزون. هذا.. وقد نظر مجلس الشيوخ اقتراحًا مماثلًا في 7 مايو الماضي.

حَظْر مُبيـدات

في إطار جهود حماية النحل، أعلنت المفوضية الأوروبية فَرْض حظر لمدة سنتين على استخدام ثلاثة مبيدات آفات شائعة على المحاصيل، يبدأ تطبيقه في مطلع ديسمبر المقبل. وقد اتخذت المفوضية القرار في 29 إبريل الماضي، بعد فشل تصويت للدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي على دَعْم القيود المقترحة على استخدام مركبات نيونيكوتينويد، أو رفضها. وما زال العلماء في جدل بشأن ما إذا كانت مركبات نيونيكوتينويد تضرّ بأعداد النحل، أم لا. وللاطلاع على المزيد.. انظر: *Nature* **496**, **408** (2013) و go.nature.com/apvdlf.

جدل حول فيروس

وُجهت انتقادات إلى باحثين صينيين بسبب دراسة نُشرت على الإنترنت في 2 مايو الماضي، أظهرت أن فيروس إنفلونزا الطيور H5N1 المعدَّل وراثيًّا بجينات من الفيروس الوبائي البشري H1N1 يمكنه الانتشار عن طريق الهواء بين خنازير



ANNE PURKISS/ROYAL SOC.

غينيا (Y. Zhang *et al*. *Science* http://doi.org/mfv; 2013). وقال روبرت ماي (**في الصورة**)؛ الرئيس السابق لـ«الجمعية الملكية البريطانية» في لندن، واصفًا العمل بأنه "غير مسؤول على نحو مروع"، مشيرًا إلى مخاوف بشأن الاحتواء المختبري، واحتمال انتقاله بين البشر، وفقًا لتقارير إخبارية. ويقول مُعِدُّو الدراسة إن البحث قد يساعد على تحسين عملية المراقبة لفيروسات خطيرة.

أعمال

صفقة نَشْـر

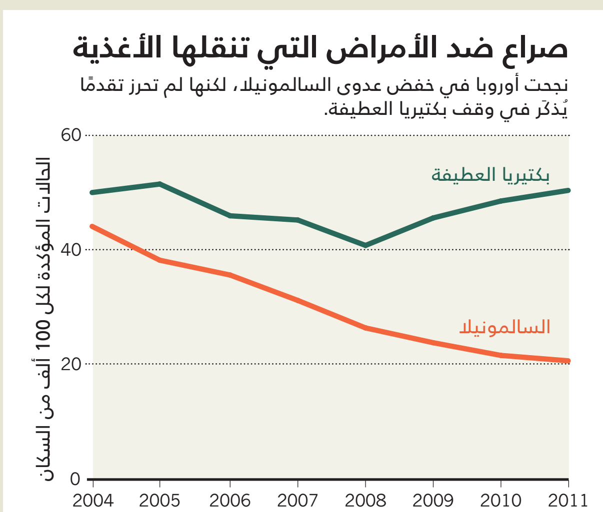
أعلنت شركة «إلسفير» Elsevier، عملاقة مجال النشر العلمي ـ التي مقرها أمستردام ـ في يوم 9 إبريل الماضي عن شرائها للشركة البريطانية الناشئة «مِندلي» Mendeley؛ وهي شبكة أكاديمية اجتماعية، مقرها لندن، ينشر من خلالها أكثر من 2 مليون مستخدم الأوراقَ البحثية والمراجع، بالإضافة إلى التعليق عليها. ولم تعلن أيٌّ من الشركتين عن مبلغ الصفقة الذي بيعت به شركة «مِندلي»، لكنّ مراقبين مُطَّلِعين على الصفقة قالوا إن «إلسفير» قامت بسداد 45 مليون جنيه إسترليني (69 مليون دولار أمريكي).

انبعاثات خَفيـّة

هناك نسبة 37% فقط من أكبر 800 شركة في العالم هي التي تكشف بوضوح عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الصادرة منها، وذلك وفقًا لتقرير صدر في 1 مايو الماضي عن «منظمة الاستثمار البيئي» EIO؛ وهي مؤسسة بحثية غير ربحية، مقرها قرية فرينشام بالمملكة المتحدة. وكانت الشركات الإيطالية والإسبانية هي الأفضل من حيث الكشف عن البيانات، إذ يوفر أكثر من نصفها بيانات كاملة ومُثبَتة عن الانبعاثات. وقد قامت المنظمة كذلك بترتيب الشركات حسب تأثيرها على البيئة. يقول سام جيل، رئيس «منظمة الاستثمار البيئي»: "يجب أن يكون هذا جرس إنذار للشركات، حيث توجد كميات كبيرة من الانبعاثات لا تُقدَّم بيانات كافية عنها".

مراقبة الاتجاهات

أعلنت «هيئة سلامة الغذاء الأوروبية» في يوم 9 إبريل الماضي عن أن برنامج تطعيم لخفض بكتيريا السالمونيلا في الدواجن بأوروبا قد أحرز نجاحًا، حيث انخفضت الحالات البشرية المعلَنة للعام السابع على التوالي، علمًا بأنّ الأمراض التي تصيب البشر، الناجمة عن بكتيريا العطيفة Campylobacter؛ وهي السبب الأكثر شيوعًا في التسمم الغذائي، في تزايد مستمر. ويرجع هذا إلى أن العدوى لا تسبب المرض في الدواجن. ولذا.. فمن الصعب إيجاد لقاح يستحث استجابة مناعية فعالة ضد البكتيريا.



SOURCE: EFSA/ECDC

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/news

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

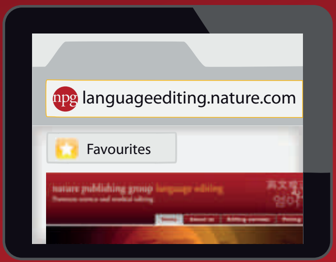
UPLOAD YOUR MANUSCRIPT

to

nature publishing group language editing
Premium science and medical editing

Reliability

5 years since launch



40% of customers resubmit

Are you looking for a superior service offering language editing? Try NPG Language Editing, a premium quality, English-language editing service provided by Nature Publishing Group.

Study Field

Submissions in **225** different subject categories

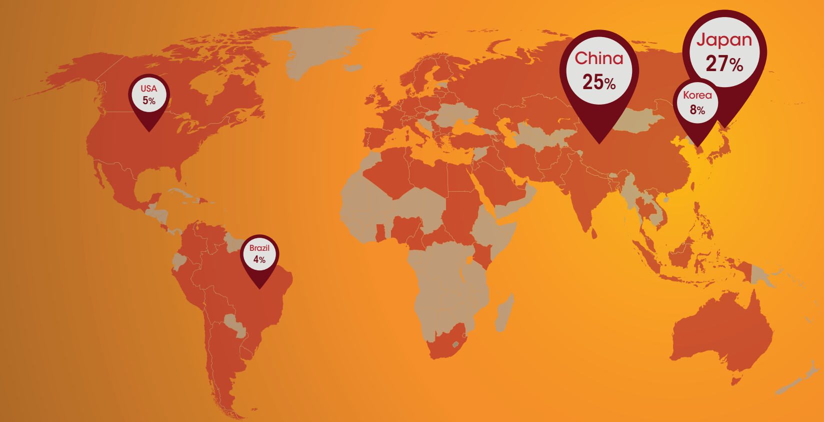
Usage



of submissions so far

Reach

Submissions from 102 countries
Top numbers of submissions



Visit NPG Language Editing online to upload your manuscript and review the different services on offer.

languageeditingnature.com

QUALITY, RELIABILITY AND FLEXIBILITY AT COMPETITIVE PRICES

nature publishing group npg

أخبـــار في دائرة الضـوء





RENE CLEMENT/POLARIS/EYEVINE

الاعتماد المتواصل على الفحم الذي يزود محطة الطاقة هذه بالوقود بألمانيا، يدفع بثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي لأعلى مستويات مطلقًا.

علم المناخ

مستويـات ثانـي أكسيـد الكربـون العالميـة تُقَـارِب حـدودًا مقلقـة

سوف تفوق تركيزات غازات الاحتباس الحراري 400 جزء في المليون عند نقطة مراقبة.

ريتشارد موناستيرسكي

قرب القمة القمرية لبركان مونالاو بهاواي، سيصنع محلِّل للأشعة تحت الحمراء تاريخًا جديدًا.. فخلال هذا الشهر، يُتوقع أن يسجل هذا المحلِّل تركيزًا يوميًّا لثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، يتجاوز 400 جزء في المليون، وهي قيمة لم تحدث عند نقطة المراقبة المهمة هذه في عدة ملايين من السنين.

لن تكون هناك بالونات أو مُحْدِثات ضوضاء للاحتفال بالحدث. وسيعتبر الباحثون الذين يراقبون غازات الاحتباس الحراري هذا الحدثَ علامة مفزعة على قدرة البشر على تغيير كيمياء الغلاف الجوي، وبالتالي تغيير مناخ الكوكب.

وعند الوصول إلى تركيز 400 جزء في المليون؛ ستجد الأمم صعوبة بالغة في إبقاء الاحتباس الحراري تحت السيطرة، حسب رأي كورين لو كيريه ـ باحث المناخ بجامعة إيست أنجليا، بمدينة نوريتش Norwich، المملكة المتحدة ـ الذي يقول إن التأثير «يقترب بطريقة مفزعة من الدرجتين المئويتين اللتين تعهدت حكومات العالم بألا تتخطاهما».

قد ينقضي زمن، ربما عدة سنوات، قبل أن يتجاوز متوسط تركيز ثاني أكسيد الكربون عالميًّا ـ خلال عام كامل ـ 400 جزء في المليون، لكن تجاوز هذه القيمة في مونالاو أمر له أهمية خاصة، لأن الباحثين هناك ظلوا يراقبون الغاز منذ 1958، وهي فترة مراقبة تزيد عن مثيلاتها بأي موقع آخر. يقول رالف كيلنج، الجيوكيميائي بمعهد سكريبس لعلم المحيطات، والمشرف على مجهودات المركز في مراقبة مونالاو: «لقد آن أوان تقييم موقفنا الحالي، ومعرفة إلى أين نحن ذاهبون». إنّ سجل الغاز هذا ـ الذي يُعرف بمنحنى كيلنج الأب ـ بدأه تشارلز كيلنج.

حينما بدأت المراقبة، كان مستوى غاز ثاني أكسيد الكربون 316 جزءًا في المليون، وهي قيمة لا تفوق كثيرًا مستوى 280 جزءًا في المليون في أحوال ما قبل الثورة الصناعية، لكن منذ بدء قياسات هاواي، اتخذت هذه القيم منحى تصاعديًّا لا يُظْهِر أي علامة استقرار (انظر: «في صعود»). إنّ انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الأخرى في تزايد أيضًا، مما دفع بالتركيز الكلي المكافئ (لثاني أكسيد الكربون) بالغلاف الجوي إلى حوالي 478 ◄

جزءًا في المليون في شهر إبريل، حسب قول رونالد برِنّ، عالم الغلاف الجوي بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج.

وتوضح البيانات التي جمعها لو كيريه وأعضاء آخرون بمشروع الكربون العالمي أن البشر أسهموا بقرابة 10.4 مليار طن من الكربون بالغلاف الجوي في 2011. يقول جريج مارلاند ـ عالم البيئة بجامعة أبالاشيا في بوون، نورث كارولينا ـ الذي أسهم في تجميع بيانات الانبعاث: «يُستوعب نحو نصف هذه الكمية سنويًا في «أحواض» الكربون، كالمحيطات، والغطاء النباتي على اليابسة، بينما يمكث باقي الغاز ويرفع التركيز العالمي لثاني أكسيد الكربون». ويضيف قائلًا: «السؤال الحقيقي الآن: كيف ستسلك هذه الأحواض في المستقبل؟».

اتسعت الأحواض بشكل ملموس منذ بدء كيلنج قياساته، عندما كان إجمالي انبعاثات الكربون يقارب 2.5 مليار طن سنويًّا، لكن النماذج المناخية ترى أن اليابسة والمحيطات لن تواكب الزيادة في تركيز الانبعاثات طويلًا.

يقول جيم وايت، الجيوكيميائي بجامعة كولورادو، بولدر: «عند نقطة ما، لن يستطيع الكوكب الاستمرار في إسداء المعروف لنا، خصوصًا غلاف اليابسة الحيوي». ومع إبطاء الأحواض، وبقاء مزيد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي؛ سترتفع مستويات الغاز بسرعة أكبر من السابق.

ويرى باحثون أن الأحواض بدأت تنسد فعلًا؛ فانخفضت قدرتها على استيعاب ثاني أكسيد الكربون. (انظر: J.G. Canadell *et al*. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104**, 18866–18870; 2007)، لكن البعض يخالفون هذا الرأي.

وبدورها، عملت آشلي بلّنتين ـ عالمة الجيوكيمياء الحيوية بجامعة مونتانا، ميسّولا ـ مع جيم وايت وآخرين على تفحص سجلات الانبعاثات وقياسات ثاني أكسيد الكربون التي أجريت حول العالم، إلا أنهم لم يجدوا مؤشرات على أن الأحواض بدأت تبطئ (انظر: A. P. Ballantyne *et al*. *Nature* **488**, 70–72; 2012). يقول إنيز فنج، مصمم نماذج المناخ بجامعة كاليفورنيا، بيركلي: «يصعب التأكد من ذلك. لسنا نملك شبكات مراقبة كافية». كما تحتم على أكبر الشبكات العالمية، التي تُشغِّلها إدارة المحيطات والغلاف الجوي الوطنية الأمريكية، أن تتخلص من 12 محطة في 2012 بسبب اقتطاعات الموازنة.

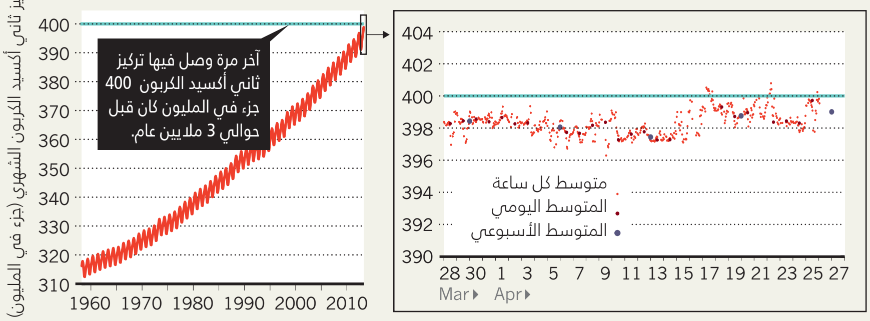
بعض المناطق الأكثر حسمًا، كالمناطق الاستوائية، هي أقل المناطق مراقبةً، رغم أن الباحثين يحاولون سد هذه الفجوات. ويعمل علماء من ألمانيا والبرازيل على بناء برج بارتفاع 300 متر لمراقبة الأمازون. (انظر: *Nature* **467**, 386–387; 2010). كما أن نظام أوروبا المتكامل لمراقبة الكربون يقيم محطات بامتداد القارة وبمواقع بحرية لقياس ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى.

وبإمكان الأقمار الاصطناعية كذلك أن تراقب مصادر الكربون وأحواضه. كما أن قمرين اصطناعيين بدآ فعلًا يتيحان بعض البيانات، وتخطط وكالة «ناسا» لإطلاق محطة مراقبة الكربون الفضائية-2، المترقب إطلاقها في العام القادم. وكانت نسخة مبكرة من هذا القمر الاصطناعي قد فشلت خلال إطلاقها في 2009. وبرغم توفر موارد جديدة، يكافح الباحثون لاستمرار عمل محطة مونالاو. يقول كيلنج، الذي تقوم مجموعته بمراقبة تركيز ثاني أكسيد الكربون في 13 موقعًا حول العالم: «لقد تضاءلت الأموال التي أستطيع الحصول عليها لهذا البرنامج».

ويقول وايت عن صعوبات التمويل: «من الغباء أننا اخترنا أن نتصرف كالنعام تمامًا. نحن لا نريد أن نعرف مقدار ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، بينما كان ينبغي لنا أنْ نكثف مراقبتنا بدرجة أكبر من السابق». ■

في صعود

أوضحت قياسات مستويات ثاني أكسيد الكربون في مونالاو، هاواي، أن غازات الاحتباس الحراري تراكمت بثبات، وارتفعت بحدة فوق 400 جزء بالمليون عدة مرات في شهر إبريل.



SOURCE: SCRIPPS INSTITUTION OF OCEANOGRAPHY AT UC SAN DIEGO

الموارد العالمية

مشـــروع قانــون أمريكـــي لتأمين مخزون من الهيليوم

روسيا وقطر تستعدان للسيطرة على السوق مع تزايد ضغوط سعر الهيليوم على الباحثين والصناعة.

مارك بيبلو

خطا المشرِّعون الأمريكيون خطوة مهمة نحو تفادي أزمة عالمية في إمدادات الهيليوم، وذلك بفضل مشروع قانون أقرّه مجلس النواب في 26 إبريل الماضي. وإذا تمكن هذا المشروع من الحصول على موافقة مجلس الشيوخ وأصبح قانونًا؛ فسينجح في تأخير الإغلاق الوشيك لمصدر احتياطي الهيليوم الاستراتيجي الوحيد في العالم. كما سيرفع سعر الغاز من الاحتياطي، أي أن المعتمدين على الهيليوم من الباحثين والصناعة قد يواجهون تكاليف متصاعدة. على أي حال، فإن إمكانية ارتفاع الأسعار تُشجِّع على تطوير مصادر جديدة للهيليوم في قطر وروسيا؛ وقد تؤدي في نهاية المطاف إلى سوق هيليوم أكثر استقرارًا.

هناك استخدامات عديدة للهيليوم السائل الذي تقلّ نقطة غليانه عن 4 كلفن، أي أقل من نقطة غليان أي عنصر آخر. ومن هذه الاستخدامات: تبريد المغناطيس فائق التوصيل، المستخدَم في ماسحات التصوير الطبي. كما تعتمد صناعة أشباه المُوَصِّلات أيضًا على هذا الغاز الخامل لحماية البلورات الحسّاسة من المُلوِّثات أثناء عملية التصنيع.

إنّ هناك ازديادًا في الطلب على الهيليوم، إذ يتم استخراج أكثر من 100 مليون متر مكعب من الهيليوم سنويًّا من الغاز الطبيعي بجميع أنحاء العالم، ومع ذلك.. فتلبية الاحتياجات العالمية تتطلب أكثر من 60 مليون متر مكعب إضافية سنويًّا من الاحتياطي الفيدرالي الأمريكي للهيليوم، وهو خزّان جيولوجي ضخم بالقرب من أماريّو بولاية تكساس، يحتوي على الهيليوم المستخلص من الغاز المستخرج فيما مضى. (انظر: «المُحَلِّق نحو السماء»).

في منتصف تسعينات القرن العشرين، تم تأمين احتياطي يبلغ تريليون متر مكعب من الغاز؛ سَبَّبَ تراكم دين، بلغ 1.3 مليار دولار بعد شراء كميات كبيرة من الهيليوم في ستينات القرن نفسه. وبمرور الوقت، فشلت الصيغة البسيطة المستخدَمة في احتساب سعر الهيليوم المباع من الاحتياطي في مواكبة الأسعار التجارية. ففي 1996، وخوفًا من إقدام الحكومة على تقويض ازدهار السوق التجارية للغاز، أقرّ المشرِّعون «قانون خصخصة الهيليوم». كان هدف القانون بيع احتياطي الهيليوم لتسديد الديون، على أنْ يتوقف بيع الهيليوم عند الانتهاء من تسديد الدين. يقول ريتشارد كلارك، استشاري العمليات والموارد، المقيم بأكسفورد، المملكة المتحدة: «إنهم سيقومون بإغلاق الصنبور (بالمعنى الحرفي تمامًا)». كان هذا الإغلاق متوقعًا بحلول شهر أكتوبر من هذا العام. ونظرًا إلى أن أسعار الغاز عند خفض معدّل الاحتياطي جعلت الشركات تَعْدِل عن تطوير مصادره في أماكن أخرى، كان نقص الإمدادات أمرًا ممكن الحدوث. «لقد عاد قانون الخصخصة ليؤلمهم بشدة»، حسب قول كلارك.

وبقلق واضح، حشد الباحثون وجماعات الضغط بمجال الصناعات التكنولوجية الحديثة جهودهم باتجاه الكونجرس؛ سعيًا وراء الحفاظ على تدفق الهيليوم. واستجاب الكونجرس..

NATURE.COM للمزيد عن موارد الهيليوم، انظر: go.nature.com/fuh4jd

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MARK HOLM/*THE NEW YORK TIMES*/REDUX/EYEVINE

كان من المقرر أن ينتهي بيع المخزون الفيدرالي الأمريكي من احتياطي الهيليوم، ولكنه قد يستمر الآن بأسعار أعلى.

فقانون إدارة الهيليوم الرشيدة، والإشراف (عليه)، الذي أقرّه المجلسُ رسمَ الطريق للوصول إلى إغلاق أكثر تنظيمًا. وقُدِّم مشروع قانون مماثل بمجلس الشيوخ؛ وإذا أمكن تمريره خلال هذا الصيف ـ كما هو متوقع ـ وأصبح قانونًا ساري المفعول، فسوف يُباع المخزون بأعلى الأسعار في مزادات نصف سنوية، إلى أن يصبح حجم المتبقي منه 85 مليون متر مكعب فقط. يقول الخبراء إنه قد يتم التوصّل إلى هذه النقطة في عام 2020، وربما ترتفع الأسعار حينذاك بنسبة 50% وقتذاك.

وسوف يكون المخزون المتبقي متاحًا فقط لاستخدام الجهات الحكومية، مثل وكالة «ناسا». يقول وليم نوتّال، خبير الطاقة بالجامعة المفتوحة في ميلتون كينز، المملكة المتحدة: «ستكون الولايات المتحدة قد توقّفت عن كونها اللاعب الرئيس في إنتاج الهيليوم». وسوف يزداد اعتماد مستخدمي الهيليوم على المستخرَج من حقول الغاز في قطر، والجزائر، وروسيا.

وتهدف شركة الطاقة الروسية العملاقة «جازبروم» للاستحواذ على حصة الأسد من سوق الهيليوم العالمي. في العام الماضي، قدّرت شركة الاستشارات العالمية «إرنست أند يونج»، بلندن، أنّ حقول الغاز في شرق سيبيريا يمكن أن تنتج 250 مليون متر مكعب من الهيليوم الخام سنويًّا بحلول 2030، ملبِّيَةً بذلك ما لا يقل عن ثلاثة أرباع حجم الطلب العالمي المتوقّع. ويُعتبر حقل الغاز الطبيعي «شايَنْدِنسكوي» أحد أكثر المصادر الواعدة، حيث يحتوي على كمية وافرة نسبيًّا، تقدَّر بحوالي 0.5% هيليوم من موارده الإجمالية. وفي الأشهر الستة الماضية، وقعت «جازبروم» اتفاقيات تعاون مع شركات رائدة عديدة بمجال تنقية وتوريد الهيليوم، منها «إير ليكويد»، و«ليند وماثيسون». وقد يبدأ الهيليوم في التدفق من حقل «شايندنسكوي» بحلول عام 2018.

وفي قطر، من المقرر أن تتحقّق هذا العام قدرة إنتاجية لكميات إضافية من الهيليوم. ويُنتظر أن تمكّن مصفاة رأس لفان-2 للهيليوم البلاد من تلبية حوالي 25% من الطلب العالمي على الهيليوم، رغم أن معظم إنتاجها سيتجه شرقًا؛ لخدمة السوق الآسيوية المتنامية، حسب قول كلارك.

ويبدو أن الجهود الخاصة في الولايات المتحدة آخذة في الازدياد. ففي مارس الماضي، تلقت شركة فلاتيرون ريسورسز Flatiron Resources في دنفر، كولورادو، موافقة من مكتب الولايات المتحدة لإدارة الأراضي؛ من أجل تطوير بئر صغيرة مصمَّمة لاستخلاص الهيليوم من حقل يوتاه للغاز الطبيعي في الولايات المتحدة. وتُعتبر هذه هي أول بئر أمريكية مكرّسة فقط للهيليوم.

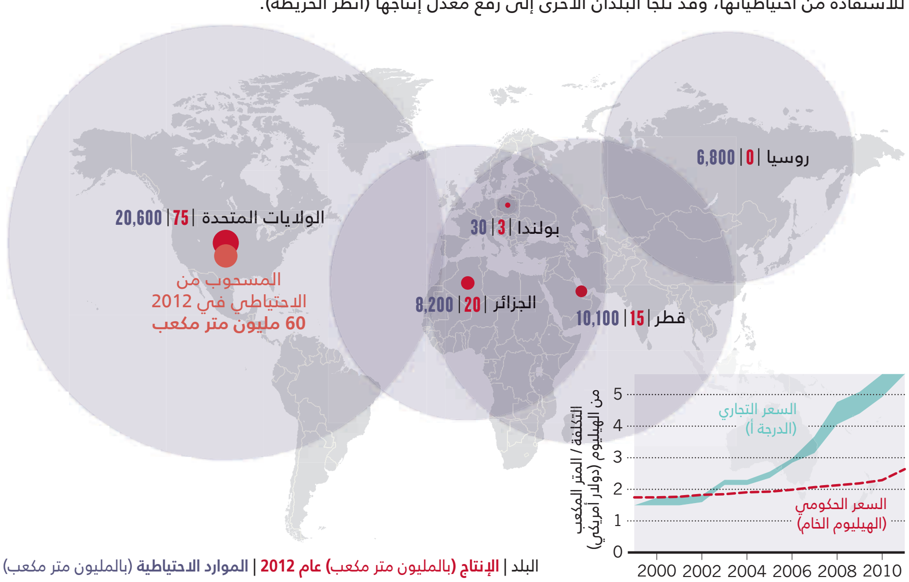
تقول جودي ليبرمان، كبير إخصائيِّي العلاقات الحكومية في الجمعية الأمريكية للفيزياء، ومقرّها الرئيس في كوليدج بارك، ميريلاند: «قد لا تقلّ كميات الهيليوم، لكن ارتفاع أسعاره سيُلحِق الضرر بالمختبرات. وبعض الفيزيائيين المختصين في دراسة درجات الحرارة المنخفضة أنفقوا بالفعل حوالي 70% من المِنَح المخصصة لهم على الغاز».

وفي تقرير صدر في 2010، بعنوان «بيْع احتياطي الأمّة من الهيليوم»، أوصت أكاديمية العلوم الوطنية الأمريكية (NAS) وكالات التمويل بتقديم مساعدات للباحثين؛ من أجل شراء أنظمة التبريد التي تعيد تدوير الهيليوم، أو تلك التي تحدّ من استهلاكه. وحتى الآن، لم تتوفّر الموارد للمموِّلين الذين يعانون ضائقة مالية، بما يتيح تأمين تلك المعدّات باهظة الثمن على نطاق واسع، حسب قول جيمس لانكستر، مدير الدراسة بأكاديمية العلوم الوطنية التي أصدرت التقرير.

ومع الارتفاع الشديد لأسعار الهيليوم، يمكن أنْ تبدو المعدّات الموفِّرة للهيليوم كضرورة. ■

العائم نحو السماء

لم يتمكن سعر الهيليوم بالمخزون الأمريكي الحكومي من مواكبة الأسعار التجارية (انظر الرسم البياني). يأتي معظم الهيليوم في الوقت الحالي من الولايات المتحدة، لكن مع توقّع استمرار ارتفاع الأسعار، تخطّط روسيا للاستفادة من احتياطياتها، وقد تلجأ البلدان الأخرى إلى رفع معدّل إنتاجها (انظر الخريطة).



SOURCE: USGS/R. CLARKE


JOGMEC

احتراق الميثان على المنصة البحرية، بعد أن استخرجه فريق ياباني من مستودعاته الجليدية قبالة الشاطئ.

الطاقة

تـجربـة يابانيـة تستخـرج النــار من الجليـــد

أول محاولة لاستخلاص غاز الميثان من الهيدرات المجمدة بعيدًا تحت المحيط تبدو واعِدَة.

ديفيد سيرانوسكي

أنعش الميثان المتدفِّق من قاع البحر آمالَ اليابان بإمكانية تأمين مصدر وفير للطاقة. وقد تمكّن هذا المشروع التجريبي ـ الذي يجري على بعد 80 كيلومترًا قبالة سواحل البلاد ـ من إنتاج عشرات آلاف الأمتار المكعّبة من الغاز، وحزمًا من البيانات المفيدة، قبل أن يُسبِّب انسداد مضخّة نهاية المشروع بشكل مفاجئ في مارس الماضي.

ويُعتقد أن مستودعات هيدرات الميثان ـ ترسبات جليدية تضمّ جُزيئات الميثان المحتجزة في شبكات مائية ـ تختزن من الطاقة ما يفوق المُختَزَن بكافة أشكال الوقود الأحفوري الأخرى معًا. المشكلة هي استخراج الميثان اقتصاديًّا من مستودعاته الواقعة تحت الجليد الدائم بالقطب الشمالي ورواسب قاع البحر. ويأمل بعض العلماء وصناع السياسات في اليابان ـ الفقيرة في الطاقة، والغنية بسواحلها ـ في أنْ تصبح هذه المستودعات جزءًا أساسيًّا من خريطة الطاقة في البلاد.

كان المهندسون قد حققوا نجاحًا محدودًا في استخراج غاز الميثان من تحت إقليم التُّندرا بشمال كندا، لكن الاستفادة من الودائع البحرية الأكثر غنى تمثّل عدة تحديات، منها أن النفط والغاز الطبيعي يوجدان في المكامن العميقة، إلا أن هيدرات الميثان توجد في أول بضع مئات من الأمتار تحت قاع البحر، حيث تكون الرواسب سائبة، غير مترابطة؛ مما يجعل الآبار غير ثابتة، وعرضة لخطر الانسداد بالرمال.

أُجريت هذه التجربة ـ التي تديرها شركة حكومية «الشركة الوطنية اليابانية للنفط والغاز والمعادن»، JOGMEC، ومقرها طوكيو ـ بمياه عمقها كيلومتر واحد، حيث قامت سفينة الحفر للبحوث «تشيكيو» Chikyu بالحفر خلال 270 مترًا من الرواسب؛ لتصل إلى مستودع لهيدرات الميثان، سُمْكه 60 مترًا. وفي 12 مارس، خفّضت مضخّة ضغط المستودع، مُطْلِقةً الغاز من قفصه الجليدي. بدأ الغاز في التدفق من قاع البحر إلى منصة على متن السفينة، مُطْلِقًا كرة لهب مُسْتعِرة. يقول كوجي ياماموتو، مدير المشروع: «قد يجعلك كوني يابانيًّا، تظنُّ أننا كنا نطلق «صرخة الموت»، أو شيئًا من هذا القبيل». ويضيف قائلًا إنه كان مشغولاً جدًّا بالتحديق في ما يُعرَض من بيانات حاسمة تبيِّن درجة الضغط في قاع البئر، ومعدّل تدفّق الغاز الوارد وتكوينه.

NATURE.COM
للمزيد عن استخراج هيدرات الميثان، انظر:
go.nature.com/mobk76

والسؤال المهم الآن، وهو ركيزة الأمل التي تعتمد عليها الطاقة اليابانية، هو: هل بوسع المهندسين الحِفاظ على استمرارية التدفّق؟. لقد نجحوا في ذلك بعض الوقت. فقد تدفّق غاز الميثان بسلاسة لمدة ستة أيام، بمعدّل متزايد مع انخفاض الضغط، وكانت الحصيلة استخراج ما معدّله 20,000 متر مكعّب يوميًّا ـ وهو ما فاق توقعّات ياماموتو ـ وأكثر من عشرة أضعاف ما أنتجته بئر حُفِرَت بمنطقة الجليد الدائم الكندية في عام 2008 بالطريقة نفسها لتخفيض الضغط.

يقول سكوت دَلّيمور، عالم الأرض بمركز كندا للمسح الجيولوجي ـ مقرّه سيدني، كولومبيا البريطانية، كندا ـ الذي عمل بالمشروع الكندي مع JOGMEC، دون الانخراط في التجربة البحرية اليابانية: إنه «تقدُّم مثير للانتباه. لقد كان التحدّي الهندسي (بإجراء التجربة بنجاح في بيئة بحرية) أمرًا لا يستهان به. وكانت معدلات التدفّق أيضًا مشجِّعة للغاية».

ويقول ريه بوزويل، مدير شؤون التقنية لبرنامج هيدرات الميثان بمختبر تكنولوجيا الطاقة الوطني، بمورجَنتاون، ويست فرجينيا، التابع لوزارة الطاقة الأمريكية: «تُظْهِر التجربة اليابانية أن ما تعلمناه في القطب الشمالي يمكن نقله إلى البيئة البحرية، حيث الموارد الأكثر أهمية». ومن واقع خبرته في استخراج غاز الميثان من الهيدرات في ألاسكا، تعيَّنَ على الفريق التغلّب على عقبات كبيرة، إذ يقول: «إن الرواسب السائبة المتحركة، والأحوال الجوية التي لا يمكن التنبؤ بها، وحقيقة أنّ غاز الميثان يسبب انخفاض حرارة محيطه لدى تحرُّره من معقله الجليدي، يمكنه تخليق هيدرات جديدة؛ تسبِّب إبطاء الإنتاج، أو سدّ البئر».

يقول ياماموتو إن فريقه قد احتاط لتجنب الوقوع في مثل هذه المشكلات. ولإيقاف تشكيل هيدرات جليدية، خفّض الباحثون الضغط في الخزّان بعناية، فلا يتجاوز 3 ميجاباسكال (MPa) بحلول نهاية أسبوعي التجربة؛ للحفاظ على الميثان في شكله الغازيّ، لكن في اليوم السادس، ومع انخفاض الضغط حتى 4.5 ميجاباسكال، انسدّت المضخة بالرمال؛ وكان على التجربة أن تتوقف. يقول ياماموتو: «لقد كانت خيبة أمل. واستخدم الفريق جهازَيْ غربلة؛ في محاولة لمنع مثل هذا الانسداد».

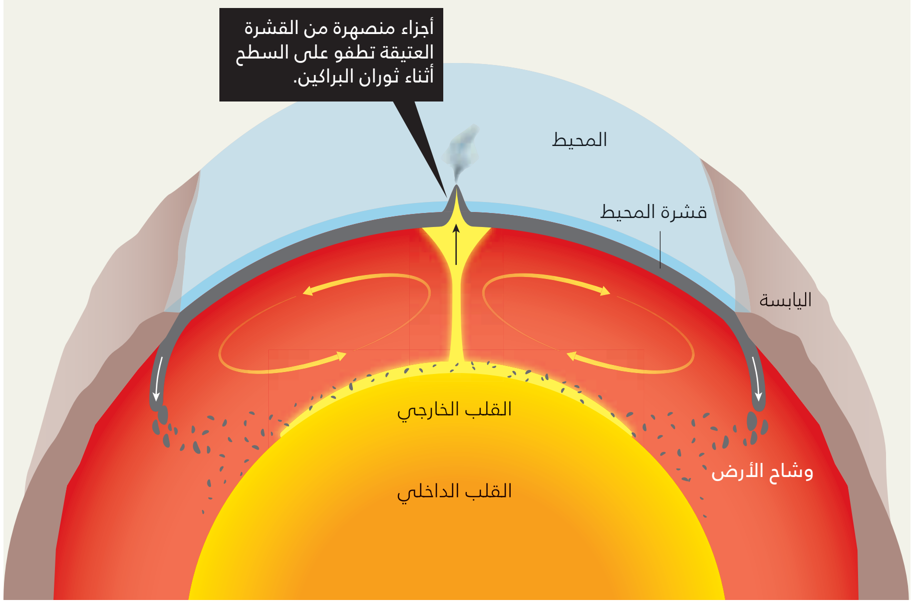
يثق ياماموتو في إمكانية التغلّب على هذه العقبة وسواها للحصول على إمدادات ثابتة من غاز الميثان، لكنه يضيف أن تقنيات الاستخراج المُحسّنة ومعدّلات التدفق العالية هي مفتاح جدوى هذه المشاريع اقتصاديًا. يقول ياماموتو: «لقد تجاوزنا مرحلة الوقود الصخري بعشر أو عشرين سنة، قبل أن يتقدموا باقتراح التكسير الهيدروليكي»، لكن الآخرين غير واثقين من جدواه، فقد قلّصت كندا والولايات المتحدة بشكل كبير جهودهما المبذولة لاستخراج هيدرات الميثان، لأن لديهما كميات وافرة من الغاز الصخري، لكن المشروعات في الصين والهند وكوريا الجنوبية لا تزال نشطة.

سيقوم الفريق الآن بفحص بيانات درجة الحرارة والارتجاجات وسواها؛ لمعرفة مدى انتشار تفكك الهيدرات، وبالتالي كمية الميثان المتوقع استخراجها من بئر واحدة. ويُخطِّط ياماموتو لقضاء سنة للإعداد للتجربة القادمة، التي يأمل أن تستمر 12 شهرًا أخرى، وأن تستخدم وسائل مراقبة أكثر تطوّرًا. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العودة من الباطن

تشير تحليلات صخور بركانية عمرها 20 مليون سنة من جزيرة نائية (في الوسط) إلى أنها تحتوي على بقايا من القشرة الأرضية التي كانت قد غاصت أو أرغمت على الغوص عميقًا في وشاح الأرض منذ أكثر من 2.45 مليار سنة.



PAUL JACKMAN/NATURE

فيزياء الأرض

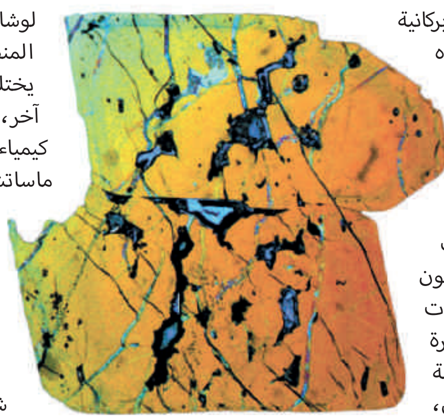
قشـــرة الأرض العتيقـة تصعـد من الأعمـاق

بقايا صخور سطح الأرض تأخذ جولة طويلة في باطن الكوكب.

سد بركنز

إنّ الأرض تدوِّر مكوناتها.. وتأخذ وقتها في ذلك. فالبقايا الكيميائية لألواح السطح الجاسئة ـ التي غطست لأعماق باطن الكوكب عند مناطق الخسف ـ قد تعاود الصعود إلى السطح على جزر بركانية نائية في نهاية المطاف. وهذه العملية قد تستغرق مليارَي سنة، كما بيَّنت دراسة نُشرت مؤخرًا بدَوْرِيَّة «نيتشر»[1].

ولدى تحليل صخر بركاني، اندلع منذ ملايين السنين بجزيرة في جنوب المحيط الهادئ، وجد الباحثون أدلة حول زمان مغادرة مكونات الصخر لسطح الأرض للمرة الأولى، وبَدْء رحلتها الطويلة في الباطن. يقول ستيفن شيري، عالِم كيمياء الأرض بمعهد كارنيجي للعلوم بواشنطن العاصمة، «إنّ اكتشافات الباحثين بمنزلة (الدليل الدامغ) على تدوير تكتوني عميق وبطيء، ولا يمكن أن نخلص إلى أنهم ليسوا مُحِقِّين».



J. M. D. DAY

بلورات الزبرجد الزيتوني تحمل أدلّة كيميائية لأصولها.

وكشفت دراسات الصخر البركاني أن التركيب الكيميائي والتركيب النظائري لوشاح الأرض ـ طبقة الصخور المنصهرة تحت القشرة ـ يختلفان كثيرًا من مكان إلى آخر، كما تقول ريتا كبرال، عالمة كيمياء الأرض بجامعة بوسطن، ماساتشوستس، المشارِكة في تأليف الدراسة. وكان البعض قد طرح أن تلك الاختلافات نشأت لأن كتلًا من القشرة الأرضية التي استقرت ذات مرة على سطحها قد شابت أجزاء من الوشاح[2،3]. وتعيَّن على الباحثين التعويل على نماذج حاسوبية؛ لتقدير سرعة التدوير، فيما يُفتقد الدليل الحاسم على تدوير المادة عميقًا عبر باطن الكوكب.

ومؤخرًا، أصبح لدى كبرال وزملائها حجة بينة على حدوث مثل هذا التدوير التكتوني فعلاً، وعلى الزمن الذي استغرقه ذلك[1].

حلَّل الفريق عينات صخرية من مانجايا بأقصى جنوب جزر كوك في بولينيزيا. ووجدوا أنّ الصخر تَكَوَّنَ بفعل نشاط بركاني منذ عشرين مليون سنة، وبَلِيَ بفعل العوامل الجوية، لكن معادن الكبريتيد الحبيسة بعيدًا داخل بلورات الزبرجد الزيتوني المقاومة للعوامل الجوية، التي تكونت على عمق بضعة كيلو مترات، قبل أن تنبثق إلى السطح من البركان، ما زالت تحتفظ بتركيبها ما قبل الثوَران، حسب قول كبرال.

يقول الفريق إن المصدر الأرجح للصخور الناضبة من الكبريت–33 هو مادة وشاحية تحتوي على بقايا من القشرة الأرضية، تلك التي غاصت أو دفعت إلى تحت سطح الأرض منذ 2.45 مليار سنة ـ على الأقل ـ قبل أن تملأ كائنات البناء الضوئي الغلاف الجوي بالأكسجين. فعندما كان الأكسجين منخفضًا، كان طبيعيًّا أن التفاعلات الجارية بضوء الشمس قد أوجدت كبريتيدات تحتوي نسبًا دون الطبيعية من الكبريت–33؛ ولاحقًا، خنقت طبقة الأوزون ـ الناجمة عن فيضان الأكسجين ـ تلك التفاعلات.

ولَدَى نقطة ما، تحاجج كبرال بأن مادةً من الحد الفاصل بين الوشاح والقلب تدفقت لأعلى في «بقعة ساخنة»، كحالة واسعة النطاق من بقبقة يحركها طفو، وتشاهَد في مصابيح اللافا الرائجة إبان سبعينات القرن العشرين (انظر: «العودة من الباطن»). واكتسح التدفق المعادن الناضبة من الكبريت–33 مرة أخرى إلى السطح.

وبالإضافة إلى التبصر بوتيرة التدوير التكتوني، تكشف النتائج ـ حسب قول كبرال ـ كيف يقل حدوث التمازج العنيف بباطن الأرض. والقطعة المزعومة من القشرة الأرضية القديمة التي تحتوي على معادن ناضبة من الكبريت–33 «بقيت نسبيًا على حالها في الوشاح طوال ذلك الوقت كله»، كما لاحظت، مما يعني أن أعماق الوشاح ربما كانت بمثابة مقبرة للألواح التكتونية العتيقة.

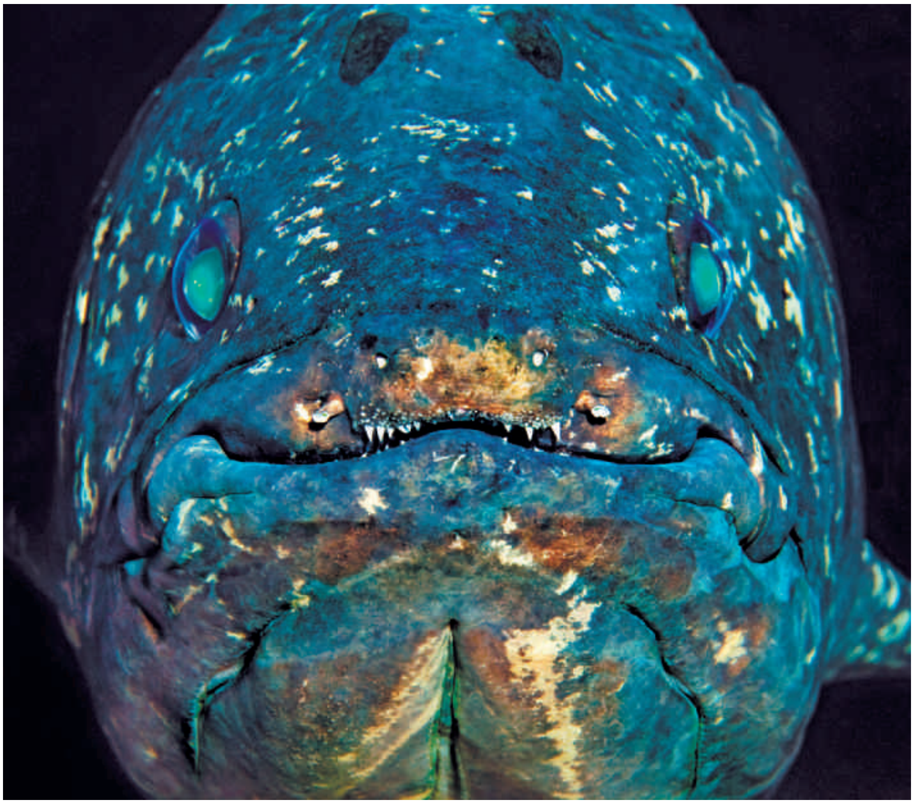
وبدوره، يرى شيري تداعيات أوسع نطاقًا: فتكتونيّات الألواح حديثة الطراز كانت في حركة على الأقل منذ 2.45 مليار سنة. وهذا الاستنتاج الذي يقاومه بعض الباحثين يرى أن كوكب الأرض اليافع به كثير من الحرارة الباطنية لألواح السطح، كي تنخسف في الوشاح، كما هي اليوم.

يقول روبرت سترن، الجيولوجي بجامعة تكساس، دالاس: «إن هذا أمر مثير، ولا شك بأن ثمة تدويرًا للمادة القديمة». وهو يرى أن المادة الناضبة من الكبريت–33 ربما تكون قد تشكلت على الجانب السفلي من قطاع بالقشرة القارية، لا على السطح، ومن ثم «تسربت» لأسفل إلى الوشاح، وهي عملية تطرح دراسات زلزالية أنها قد تحدث بمناطق معينة حاليًا.

يقول سترن إن البحث حول مسألة تكتونيات الألواح القديمة لم يَنْتَهِ بعد. ويضيف: «متى بدأت حركيات الألواح التكتونية؟ وماذا كان يحدث قبل ذلك الوقت؟ ما زالت هناك أسئلة كثيرة مفتوحة للبحث والنقاش». ■

1. Cabral, R. A. *et al.* *Nature* **496,** 490–493 (2013).
2. Hofmann, A. W. & White, W. M. *Earth Planet. Sci. Lett.* **57,** 421–436 (1982).
3. White, W. M. & Hofmann, A. W. *Nature* **296,** 821–825 (1982).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



LAURENT BALLESTA

سمكة السيلكانث الأفريقية هي قريب وثيق للسمك الذي غزا اليابسة مبكرًا.

علم الوراثة

فَكّ جِينُوم حَفْرِيَّة حَيَّة

تكشف جينات سمكة سيلكانث العتيقة الكثير عن ماضينا البعيد.

كريس وولستُون

أتاح صياد سمك بجنوب أفريقيا، استخرج في عام 1938 من شبكته مخلوقًا أزرق اللون، يشبه كائنات عصور ما قبل التاريخ ـ وبدون قصد ـ أحد اكتشافات علم الحيوان لذلك القرن: سمكة سيلكانث، طولها متر ونصف المتر، وهي نوع من السمك الذي كان يُعتقد أنه انقرض منذ 70 مليون سنة.

منذ ذلك الحين، تعرَّف العلماء على نوعين من سمك السيلكانث: النوع الأفريقي، والنوع الإندونيسي. بزعانف فصّيّة مكتنزة باللحم، ومكتملة العظام والمفاصل، وبذيل دائري يشبه المجداف، تشبه هذه السمكة ـ إلى حد كبير ـ سمكة السيلكانث التي عاشت في العصر الطباشيري، حين كانت الديناصورات لا تزال تجوب الأرض.

ومؤخرًا، تمكّن فريق دولي من فكّ متتابعات جينوم سمك السيلكانث الأفريقي، وتحليله *Latimeria chalumnae*؛ ونُشرت حصيلة ذلك بدَوْرِيّة «نيتشر» الدولية.

وسمكة السيلكانث الشبيهة بالسمكة الرئوية ـ السلالة الأخرى الباقية من السمك فصّيّ الزعانف ـ هي في الواقع أقرب صلة بالبشر والثدييات الأخرى من السمك شعاعيّ الزعانف، كالتونة والسلمون المرقط. وكان السمك فصّيّ الزعانف القديم أول فقاريات تقدم على غزو اليابسة. ومن المتوقع أن يكشف جينوم السيلكانث الكثير عن أصول رباعيات الأرجل، وهي الخط التطوري الذي قاد إلى البرمائيات والزواحف والطيور والثدييات، حسب قول قائد فريق البحث، كريس أميميا، عالِم الأحياء بجامعة واشنطن، سياتل. ويضيف: «إن سمكة السيلكانث هي حجر الزاوية في محاولتنا لفهم تطور رباعيات الأرجل».

«سمكة السيلكانث هي حجر الزاوية في محاولتنا لفهم تطور رباعيات الأرجل».

أظهر تحليل جينوم سمكة السيلكانث بوضوح ـ مُنْهِيًا جدلًا طويلًا ـ أنها ليست أقرب قريب لرباعيات الأرجل من السمك، إذ يقول أميميا: «إن السمكة الرئوية هي الحائزة على هذا الشرف. ولا يُرجَّح استكمال تتابعات جينوم السمكة الرئوية قريبًا، لأنها أكبر وأكثر تعقيدًا بكثير من سمكة السيلكانث».

وبرغم أن سمك السيلكانث غالبًا ما يُسمَّى «الأحافير الحيَّة»، إلاّ أن هذا السمك لم يتجمد عبر الزمن، كما تقول الباحثة المشاركة، كيرستين ليندبلاد-توه، عالمة الوراثة المقارنة بجامعة أوبسالا في السويد، إذ تُظْهِر مقارنة الجينات المرمِّزة للبروتين في سمك السيلكانث بمثيلاتها في السمك الغضروفي أن سمك السيلكانث تعرَّض لتغيّرات مطّردة في الحمض النووي، لكن وتيرة التغيُّر كانت بطيئة بشكل ملحوظ.. فالتحليل الأخير يُظْهِر أن جينات سمك السيلكانث الحديثة يمكن اعتبارها ـ في حد ذاتها ـ أحافير حيّة، حسب قول جيمس نونان، عالِم الوراثة بجامعة ييل، نيوهيفن، كونيتيكت.

كان لدى العلماء بالفعل بعض الإشارات عن التطور البطيء لسمك السيلكانث. ففي دراسة نُشرت في عام 2012، قارن باحثون من اليابان وتنزانيا الحمض النووي لسمك السيلكانث الأفريقي والإندونيسي. وتحديدًا، نظروا في جينات *HOX*، التي تساعد في توجيه التطور الجنيني (K. Higasa *et al*. *Gene* **505**, 324–332; 2012). وبرغم أن هذين النوعين ربما انفصلا عن بعضهما البعض ـ حسب أحد التقديرات ـ قبل 6 ملايين سنة، إلاّ أن جيناتهما متشابهة إلى حد مدهش. وبالنسبة إلى تلك الجينات بالذات، كان الفرق بين هذين النوعين من سمك السيلكانث أصغر بحوالي 11 مرة من الفرق بين جينات *HOX* الموجودة في البشر، والشمبانزي، وهما نوعان ربما افترقا عن بعضهما منذ ما يقرب من 6 ملايين سنة، إلى 8 ملايين سنة.

تغيُّر بطيء

تقول ليندبلاد توه: «هناك شبه استحالة للتَّيَقُّن من مراحل تطور سمك السيلكانث، لكن بطء وتيرة تطوره قد تكون ناشئة عن عدم وجود ضغط انتخاب طبيعي». وتشير إلى أن سمك السيلكانث الحديث كأسلافه «يعيش في أعماق قاع المحيط، حيث الحياة مستقرة جدًّا فيه». وتتابع قائلة: «يمكننا افتراض أنه كانت هناك أسباب قليلة للتغيير»، وقد يُفسِّر التغيُّر الجيني البطيء لماذا تُظْهِر هذه السمكة شبهًا واضحًا بأسلافها الأحفورية.

وقد أظهر التحليل أن جميع أجزاء جينوم سمك السيلكانث لم تكن بطيئة في التطور، إذ يحتوي الجينوم على عدد كبير من العناصر المتنقلة ـ وهي أجزاء غير ترميزية من الجينوم، تؤدي دورًا مهمًّا في تنظيم الجينات ـ تتحرك عبر الجينوم بوتيرة سريعة نسبيًّا. وقد يكون الحمض النووي غير الترميزي مصدرًا مهمًّا من مصادر التغيُّر التطوري، كما تشير ليندبلاد توه. ويضيف أميميا أنه ـ في الوقت الراهن ـ يظل الدور الذي يؤديه الحمض النووي غير الترميزي في تطوّر الأنواع الجديدة مجرد «تخمين»، ولا تزال دلالة مثل هذا الأجزاء من الحمض النووي في تطور سمك السيلكانث غير واضحة.

وكما هو متوقع، يحمل الجينوم أدلة على التغيرات الجينية وراء تحول الزعنفة الفصّيّة إلى أحد أطراف الكائن رباعي الأرجل، كما يقول أميميا. فقد وجد التحليل اشتراك كلٍّ من سمك السيلكانث ورباعيات الأرجل في تتابعات مُنَظِّمة للجينات، تساعد على تعزيز نمو الأطراف، لكن النتائج الأخرى كانت بمثابة مفاجأة.. فلأول مرة في الفقاريات يُكتشَف أن هذه السمكة تفتقد جينات «البروتين المناعي-M»، وهو بروتين مناعي بكل الكائنات الحيّة. وعوضًا عن ذلك.. يشير أميميا إلى أن هذه السمكة تحتوي على جينَيْن لبروتين مناعي بعيد الصلة، يبدو أنه يقوم بالدور المطلوب.

يقول نونان: «إن التحاليل الجينومية التالية سوف تكشف بالتأكيد كثيرًا من ماضينا البعيد. وسوف تسمح لنا بتحديد المحركات الوراثية لتطور رباعيات الأرجل، أي الجينات والعناصر التنظيمية المسؤولة عن انتقال الفقاريات إلى اليابسة». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الهندسة الحيوية

علماء البيولوجيا التخليقية وحُمَاة البيئة يفتتحون المحادثات

إنّ المخاوف المتعلِّقة بالعواقب غير المقصودة للعبث بالطبيعة ما زالت قائمةً.

إيوين كالاويه

تَصَدَّر علماء أستراليون عناوين الصحف الرئيسة مؤخرًا، حينما كشفوا النقاب عن أنهم قد صاروا قاب قوسين أو أدنى من استنساخ ضفدع «ريوباتراكوس سيلوس»، الذي شوهد في البرية للمرة الأخيرة منذ ثلاثة عقود. فإذا نجحوا، قد يتطلب منهم الأمر تقنية ناشئة أخرى لإبقائه حيًّا.

تهدف البيولوجيا التخليقية إلى أنْ تمنح الكائنات الحية مجموعات جينات جديدة وقدرات إضافية. وكشأن الاستنساخ، وُصفت البيولوجيا التخليقية في الصحافة باعتبارها جهودًا متغطرسة للقيام بأمور خيالية؛ كاستعادة الماموث الصوفي، أو بعث الحمام الزاجل الذي غطَّى سماء أمريكا الشمالية ـ قبل أن يقضي عليه المُستوطنون ـ في القرن التاسع عشر.

وفي اجتماع، هو الأول من نوعه، انعقد في الفترة من 9-11 إبريل بجامعة كمبريدج بالمملكة المُتحدة، تباحث رواد مجالي حماية البيئة والبيولوجية التخليقية في الكيفية التي يمكن من خلالها تطبيق تلك التقنية، بسبل أقل خيالية؛ من أجل فائدة الكوكب: تخليق حيد مرجاني يتحمل الحرارة، وميكروبات تربة تستشعر التلوث، وميكروبات أمعاء للحيوانات المُجترة لا تُصدر الميثان. وعلى القائمة أيضًا، سُبل مساعدة الضفادع على مقاومة «الكَيْتريديومَيكوسيس» *Chytridiomycosis*، وهو مرض فطري يُهدِّد برمائيات العالم، ويُعتقد أنه أسهم في انقراض نوع ر.سيلوس *R. silus*.

ورغم ذلك.. فقد جرت المُناقشات على خلفية من القلق المتبادل، إذ صرح أحد علماء البيولوجيا التخليقية في الاجتماع عن شعوره بأنه يُعامَل باعتباره مُراهقًا مُستهترًا قد يدمر الكوكب بطريق الخطأ. كما ثار غضب حماة البيئة عندما أعلن أحد علماء البيولوجية التخليقية أن أنصار تلك التقنية سيفوزون، لأنهم ببساطة أصغر سنًّا من أضدادهم (وقد اعتذر في اليوم التالي). وكان كينت ريدفورد ـ الاستشاري لدى «جمعية حماية الحياة البرية» بنيويورك، ومُنظِّم الاجتماع ـ يقوم بإجراء مكالمات للمجاملة، مُمطرًا الحاضرين بالنبيذ المجاني.

وتُعَدّ هذه المُشاحنات مؤشرًا على أن المجالين في بدايتهما للانخراط، حسب قول درو إندي بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا، الذي يُعتبر أحد مؤسسي مجال البيولوجيا التخليقية. يقول إندي مُعلقًا: «كيف لنا أن نستكشف فكرة التطلع إلى تجديد حضارتنا؛ لتتناغم بشكل أفضل مع الكوكب؟ فإن مجتمع البيولوجيا التخليقية؛ أيًّا كانت ماهيته، لن يكتشف ذلك وحده».

يقول ريتشارد كيتني، عالِم البيولوجيا التخليقية في إمبريال كوليدج بلندن: «إن إنتاج الوقود والطعام والدواء باستخدام الميكروبات هو في طليعة هذا المجال». ويضيف: «نحن لا نسعى إلى تخليق الماموث الصوفي».


MICHAEL REYNOLDS/EPA

يمكن استكمال الشيح الحلو بالخمائر، كمصدر للأرتيميسينين المضاد للملاريا.

منقذ التربة

وكمثال على ما يمكن أن يقدِّمه هذا المجال في سبيل الحفاظ على البيئة، يستدعي كيتني مشروع تخرُّج أشرف عليه، وعُرِض في مسابقة الآلة الدولية المُهندَسة وراثيًّا لعام 2011، التي تُعتبر معرضًا علميًّا للبيولوجيا التخليقية. فقد أجرى كريستوفر شون ـ حاليًا بجامعة أوكسفورد، المملكة المتحدة ـ مع فريقه هندسة وراثية للبكتيريا القولونية الأشريكية، بحيث تقوم هذه البكتيريا بالانتقال إلى جذور النباتات؛ ومن ثمّ إفراز هرمون النمو «أوكسين» auxin. وفي اختبارات الاستنبات في الصوبة الزجاجية، نمت جذور نبتة الرشاد التي احتوت على البكتيريا المُهندَسة بشكل أطول من التي لم تكن تحتويها، واحتفظت التربة بمياه أكثر. وقد تساعد تلك البكتيريا على مكافحة التصحر (تدهور خصوبة الأرض، وتحولها إلى صحراء لدى فَقْد مُغذيات التربة).

والبيولوجيا التخليقية تقلق مراقبين يخشون مما يمكن أن يحدث، إذا حادت الجينات أوالكائنات المُخلّقة عن أدوارها المرسومة. يرى بول فلكاوسكي، عالم ميكروبيولوجية الأرض بجامعة روتجرز في نيوبرونزويك، نيوجيرسي، قيمةً في ميكروبات تستطيع تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى وقود، أو تُنتج مُخصِّبات من نيتروجين الجو، لكنه قلق من أن الإنتاج على المستوى الصناعي قد تكون له عواقب وخيمة، كالانبعاث الحتمي لغازات الاحتباس الحراري. يقول فلكاوسكي: «إنني أعجب تمامًا من سذاجة علماء البيولوجيا التخليقية في رؤيتهم للطريقة التي يعمل بها العالم».

NATURE.COM
للمزيد حول مسائل البيولوجيا التخليقية، انظر:
go.nature.com/pls4ka

كما أعرب حاضرون كُثْر عن مخاوفهم إزاء قدرة البيولوجيا التخليقية على التأثير في أنماط استخدام الأراضي. وذكروا أن الميكروبات التي تقلل مستويات غازات الاحتباس الحراري من شأنها تخفيف الضغط الواقع على الحكومات؛ لاستدامة الغابات المطيرة. والتقنيات التي تجعل من الأراضي الهامشية أكثر إنتاجية، قد تُحَوِّل الأراضي غير المُنتِجة إلى مَزارع لمحصول واحد.

إنّ تلك التحولات بدأت تحدث بالفعل.. فمن خلال المشروع الذي بدأه جيه كيسلنج ـ عالم البيولوجيا التخليقية بمختبر لورنس بيركلي الوطني بكاليفورنيا ـ تم حث الخمائر لإنتاج عقار مضاد للملاريا، هو أرتيمِيسينين Artemesinin بمستويات صناعية (انظر: *Nature* **494**, 160–161; 2013). إن كثيرًا من العقاقير العلاجية حاليًا تأتي من زراعة الشيح الحلو «عشبة الأرتيميسيا» *Artemisia annua*، غير أن كيسلنج يعتقد أن المصادر التخليقية سوف تُجبر مزارعي عشبة الأرتيميسيا في الصين أو غيرها على زراعة محاصيل أخرى بنهاية المطاف. يقول كيسلنج: «إنني لا أتخذ قرارات بشأن ما يتم إنتاجه»، بينما تهدف شركته «أميريس» Amyris في إمِريفيل بكاليفورنيا إلى إنتاج منتجات صناعية بواسطة الميكروبات المُعدلة. ويضيف: «إن السوق هو الذي يقرر، وأنا أوفر مزيدًا من الخيارات».

ويمكن تلطيف حِدَّة المخاوف بتصميم سُبل للحدّ من انتشار الميكروبات المُخلقة. ففريق شون ـ مثلاً ـ أضاف عامل حماية جينيًّا للبكتيريا القولونية الأشريكية لديهم؛ لمنع الميكروبات الأخرى من اكتساب الجين المنتج للأوكسين. يقول ستيفن بالومبا، عالم بيولوجيا الأحياء البحرية بمحطة هوبكنز البحرية التابعة لجامعة ستانفورد في باسيفيك جروف بكاليفورنيا: «إذا ما صُمِّمت عوامل الأمان بالقدر ذاته من الإبداع، كما في التقنيات الأخرى، فمن شأن ذلك أن يطمئنني كثيرًا».

يُقِرّ بيل سَذرلَند ـ عالم بيولوجيا الحفاظ بجامعة كمبريدج ـ بأن زملاءه بحاجة إلى أخذ البيولوجيا التخليقية على محمل الجد. ويقول إن اقتراعًا مصغرًا أجراه في الاجتماع، بيَّن أن الفجوة بين المجالين ليست متسعة للغاية، فكلاهما يوافق أن الاستخدام الأكفأ للموارد الطبيعية يمكنه أن يكون منحة مهمة من البيولوجيا التخليقية. وكلاهما قلق بشأن قدرة الكائنات الحية المخلَّقة على إيذاء منظومات البيئة الطبيعية.

هذا.. بيد أن هناك مسألة واحدة لم تُثِر اهتمام الفريقين كثيرًا، وهي استعادة الأنواع المُنقرضة منذ أَمَدٍ بعيد. ويعلِّق سذرلند: «إنها مُتعة كبيرة، لكنها لن تُنقذ العالَم». ■

علم المحيطات

محيطات تحت المراقبة

ثلاثة مشروعات تسعى إلى تتبع التغيرات في تقلب التيارات الدورانيّة بالمحيط الأطلسي.

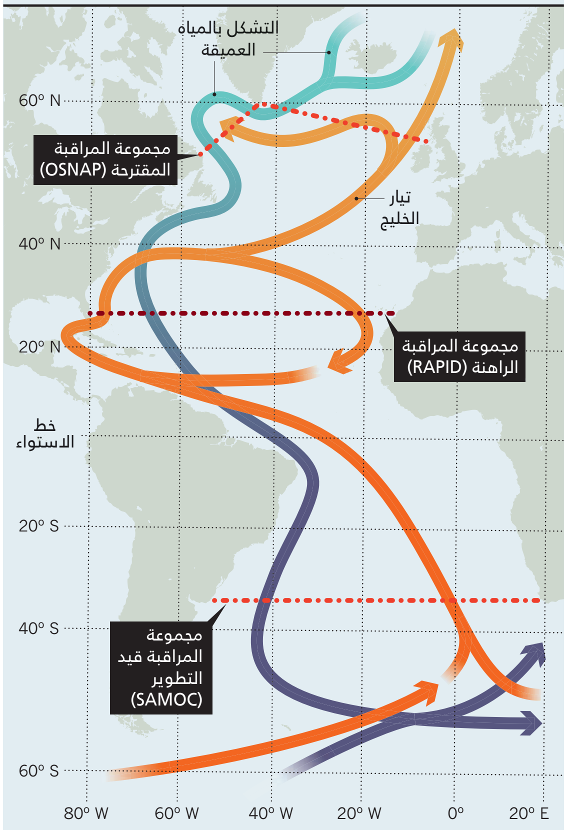
كيرين شيرماير

يقوم «حزام ناقل عالمي» بتقليب المحيط من أعلى إلى أسفل، بحيث تقوم التيارات السطحية بنقل المياه الدافئة إلى المناطق القطبية، بينما تتحرك المياه الباردة في الأعماق عائدةً إلى المناطق الاستوائية. وهذا النظام يعمل بطريقة متقطعة وغير منتظمة، إذ تتفاوت شدة قوة التيارات بشكل كبير. وسعيًا لفهم أفضل للكيفية التي تشكل بها تقلبات عمل الحزام الناقل الطقس والمناخ، يخطط علماء المحيطات لتنفيذ مشروعين على نطاق واسع؛ لمراقبة تيارات المحيط الأطلسي.

هناك مجموعة من محطات المراقبة الموزّعة بين فلوريدا وجزر الكناري تراقب باستمرار قوة جزء الحزام الناقل العالمي، الواقع شمال الأطلسي منذ 2004. وفي ديسمبر المقبل، إذا تيسّرت الأمور، سيبدأ مشروع دولي بقيادة الولايات المتحدة؛ لوضع مجموعة أخرى من محطات القياس والمراقبة لنظام الدوران المتقلب الجنوبي بالمحيط الأطلسي (AMOC) باستخدام مجموعة من المجسّات الممتدة بين جنوب أفريقيا والأرجنتين. وكانت المؤسسات الممولة في بريطانيا والولايات المتحدة على موعد في الشهر الماضي؛ لتقرر ما إذا كانت ستمول منظومة مراقبة جديدة ـ من السطح إلى القاع ـ تغطي المنطقة بين لابرادور بكندا وإسكتلندا بالمملكة المتحدة، أم لا. كما ستقرر بريطانيا ما إذا كانت ستستمر في تشغيل المنظومة الحالية، أم لا.

تُعتبر توسعة نطاق هذه الرقابة أمرًا حاسمًا، إذا رغب العلماء في تحسين تنبؤاتهم الموسمية للمناخ والجو، كما يقول هاري برايدن، عالِم المحيطات بجامعة ساوثامبتون ببريطانيا. وتقوم مكوّنات نظام الدوران المتقلب الجنوبي بالمحيط الأطلسي كتيار الخليج بنقل كميات كبيرة من حرارة المناطق الاستوائية إلى مناطق خطوط العرض العالية شمالاً؛ فتسخن الرياح التي تبقي بدورها مناخ أوروبا معتدلاً. ونتيجة لذلك.. قد تؤثر التغيرات السنوية بعيدة المدى لقوة هذه التيارات في الظروف الجوية الموسمية بكل من أوروبا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية وأمريكا الشمالية.

وتشير مشاهدات المراقبة الصادرة من النظام السريع لمراقبة تغير المناخ (RAPID) ـ الذي تموله بريطانيا ـ إلى أن قوة هذه التيارات المتقلبة قد تتفاوت بشكل كبير[1]. في إبريل 2009، أشار النظام المكوّن من طوافات مجهزة بمعدات قياس سرعة التيارات واتجاهها وحرارة المياه والملوحة والضغط عبر عدة أعماق بامتداد خط الطول 26.5° شمالاً إلى وجود انخفاض بنسبة 30% بمتوسط شدة التيار، استمر سنةً كاملة[2]؛ مما قلل كميات الحرارة المنقولة إلى شمال المحيط الأطلسي بحوالي 200 تريليون واط، وهذا يعادل إنتاج أكثر من 100 ألف محطة طاقة كبيرة. كانت القوة المحركة لهذا الشذوذ ـ الأكبر من أي تغير يمكن للنماذج الحسوبية أن تتوقعه ـ هي أنماط رياح غير طبيعية، وتقوية لشدة التيارات السطحية الدافئة، وإضعاف لتدفق المياه الباردة بعمق المحيط. وتم ربط تلك الظاهرة بشتاء أوروبا القارس وغير الطبيعي بموسم 2009-2010. يتساءل برايدن إنْ كان هذا الشذوذ قد أدى أيضًا إلى قدوم فصل شتاء شديد الأمطار بالمملكة المتحدة، قائلًا: «لقد مرت بنا ستة مواسم صيف مزعجة متوالية في بريطانيا. ما الذي يحدث؟».



مد وجزر

ينقل «الحزام الناقل العالمي» المياه السطحية الدافئة للمحيط الأطلسي (برتقالي) إلى القطبين وينقل المياه العميقة الباردة (أزرق) إلى المناطق الاستوائية.

SOURCE: RAPID: NERC; SAMOC: NOAA; OSNAP: S. LOZIER

ولدراسة ما يحدث، يركز العلماء حاليًا على مكوّن رئيس بهذا الحزام الناقل: منطقة شمال المحيط الأطلسي، حيث تنتقل التيارات السطحية الدافئة شمالاً من المناطق الاستوائية، فتبرد وتغطس إلى الأعماق قبل العودة إلى المناطق الاستوائية. وتشير النماذج المناخية إلى أن مستوى تشكُّل هذه المياه العميقة سيتناقص بنهاية القرن[3]. إنها إشكالية.. ليس فقط لأن تيارات المياه العميقة تدفع الدوران المحيطي، ولكن أيضًا لأنها تحمل كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون إلى الأعماق، بعد احتجازه من الغلاف الجوي.

تقول سوزان لوزيير، عالمة فيزياء المحيطات بجامعة ديوك في دورهام، نورث كارولاينا: «يجب أن تتوصل إلى كيفية ارتباط كتل المياه بمناطق خطوط الطول الشمالية بالدوران الأطلسي الأكبر». وهذا «لا يهم علماء المحيطات فقط. يقوم المحيط بتحريك مقادير هائلة من الحرارة والكربون، بحيث ينبغي للجميع الاهتمام بذلك».

ولفَهْم كيفية عمل تشكُّل تيارات المياه العميقة، ولماذا تتفاوت شدتها، اقترحت لوزيير وزملاؤها إنشاء منظومة معدات الطوافة وطائرات شراعية ذاتية التحليق، بعنوان: «برنامج التقلب بشمال الأطلسي تحت القطبي (OSNAP)». تتكون هذه المنظومة من مرحلتين: خط غربي يمتد من جنوب منطقة لابرادور في كندا إلى الطرف الجنوبي الغربي من جرينلاند، وخط شرقي يمتد من جرينلاند لإسكتلندا (انظر «مد وجزر»). في حال أقرّت مؤسسة العلوم الوطنية (الأمريكية) ومجلس الأبحاث الطبيعية والبيئية ببريطانيا المشروع الذي تبلغ قيمته 24 مليون دولار، ستبدأ قياسات الحرارة والتيارات بمنطقة تشكل المياه العميقة في يوليو 2014. وكان متوقَّعًا اتخاذ قرار بشأن هذا الموضوع في أواخر الشهر الماضي. وإذا ما مضت المنظومة قُدمًا؛ فقد وعدت كل من كندا وألمانيا وهولندا أن تسهم بتقديم أدوات ومعدات المشروع.

يحاول العلماء أيضًا تتبُّع المياه العميقة والباردة وهي تتدفق نحو المياه المضطربة بجنوب الأطلسي، وهي تلتق بدورها تدفقًا للمياه الدافئة السطحية من المحيط الهندي. وتسهم كل من جنوب أفريقيا والبرازيل وفرنسا والأرجنتين والولايات المتحدة في تمويل منظومة مراقبة، يتم بناؤها على خط طول 34.5° جنوبًا بين جنوب أفريقيا والأرجنتين، كجزء من برنامج تقلب الدوران بجنوب الأطلسي (SAMOC) بكلفة 5 ملايين دولار.

وفي نهاية هذا العام، وإذا ما سارت كافة الأمور بيسر، ستبدأ شبكة من المعدات الراسية بالقاع تسجيل درجات حرارة المياه وملوحتها بعدة مستويات من التيارات العميقة الباردة المتحركة بامتداد حواف حوض المحيط. وبجمع تلك البيانات مع البيانات الناجمة عن قياسات صوتية لسرعة التيارات الراهنة والضغط بمناطق القاع، مع قياسات درجة الحرارة والملوحة المسجَّلة بواسطة طوافات متنقلة بِحُرِّيَّة بالمحيط المفتوح، يجب أن يتمكن العلماء من حساب قوة تقلب الدوران في خط الطول ذاك، حسب قول سيلفيا جارزولي، كبير العلماء بمختبر علم المحيطات والأرصاد الجوية الأطلسي في ميامي، فلوريدا، وعضو اللجنة التنفيذية للمشروع.

يَعتبِر معظم العلماء فكرة أن الاحترار العالمي سيطلق انهيار نظام الدوران المحيطي ـ وهي النظرية التي ألهمت سيناريو نهاية العالم في فيلم «يوم بعد غد» *The Day after Tomorrow* الذي أُنتج في عام 2004 ـ مبالغةً غير ممكنة الحدوث، لكن برايدن يقول إن خلل 2009 في نظام دوران المحيط الأطلسي هو مؤشر على كيفية أن يكون سلوك المحيطات مفاجئًا. ويضيف: «ربما تكون ظاهرة الخلل التالية أكبر حجمًا مرتين». ■

1. Cunningham, S. A. *et al. Science* **317,** 935–938 (2007).
2. McCarthy, G. *et al. Geophys. Res. Lett.* **39,** L19609 (2012).
3. Meehl, G. A. *et al.* in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis* (eds Solomon, S. *et al.*) Ch. 10 (Cambridge Univ. Press, 2007).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم البيئة

أوروبا تناقش المخاطر التي تهدِّد النحل

يحشد الحظر المُقترَح لمبيدات الآفات الزراعية الدَّعم العلمي، بينما ينادي بعض الخُبراء بدراسات حقلية أكثر.

دانيال كريسي

تشهد خلايا نحل العسل حول العالم تراجعًا حادًّا في أعدادها؛ في ظاهرة تُعرف باضطراب انهيار المُستعمرة. ومن بين المُتهمين المُقترحين: مبيدات آفات زراعية تُسمى «نيونيكوتينويد»–Neonicotinoids، التي من المُفترض أنها أقل إيذاءً للحشرات النافعة والحيوانات الثديية، من جيل الكيماويات السابق.

ومؤخرًا، احتدم النقاش حول كيماويات «نيونيكوتينويد»؛ حيث طالب حماة البيئة والسياسيون بالمملكة المتحدة وأوروبا بفرض حظر على استخدامها، لكن المنظَّمات الزراعية قالت إن المُزارعين سيواجهون صعوبات، حال حدوث ذلك. وكانت الحكومات الأوروبية قد أجرت تصويتًا حاسمًا حول فرض قيود مشدَّدة أو حظر تام على ثلاثة أنواع من مبيدات «نيونكوتينويد».

في الوقت ذاته، يتناقش العلماء بفعالية حول ما إذا كانت دراسات مبيدات «نيونيكوتينويد» وصحة نحل العسل والنحل الطنان ـ التي أُجري معظمها في بيئة معملية ـ تعكس بدقة ما يحدث للنحل في الحقل، أم لا.

كانت مبيدات «نيونيكوتينويد» ـ التي تسمِّم الحشرات لدى تقيُّدها بمُستقبلات في جهازها العصبي ـ مستخدمةً بالفعل منذ أواخر التسعينات. تُرَش المبيدات على بذور المحصول ـ كالذرة وفول الصويا ـ لتتخلل النباتات؛ فتحميها من آفات الحشرات، إلا أن قدرًا متناميًا من الأبحاث يشير إلى أن تعرُّض الرحيق وحبوب اللقاح ـ غير المُهلِك ـ لمبيدات الآفات قد يكون مؤذيًا للنحل أيضًا؛ حيث يعطل قدرته على جمع حبوب اللقاح، والعودة إلى خلاياه، والتكاثر[1-6] (انظر: «ضجة حول صحة النحل»).

في شهر يناير الماضي، كانت سلطة سلامة الأغذية الأوروبية في بارما، إيطاليا ـ المسؤولة عن تقييم سلامة التسلسل الغذائي في أوروبا ـ قد خلصت إلى أن الثلاثة أنواع ـ شائعة الاستخدام ـ من مبيدات «نيونيكوتينويد»: كلوثيانيدين Clothianidin، وإيميداكلوبريد Imidacloprid، وثيامِثوكسام Thiamethoxam ينبغي ألا تُستخدَم، حيث قد ينتهي بها المطاف في محاصيل جاذبة للنحل، كاللفت زيتي البذور والذرة. ثم اقترحت المفوضية الأوروبية حظر استخدامها لمدة عامين في تلك المحاصيل، لكن الاقتراح فشل في أن يلقى الدعم الكافي في مارس الماضي، لدى تصويت الدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي، لكن سوف يصوت الوزراء مجددًا فيما بعد.

يقول بعض العلماء إنّ الأدلة غير كافية لإدانة تلك المُركَّبات. ويقول جيمس كريسويل، عالِم سموم البيئة، الذي يدرس عمليات التلقيح بجامعة إكستر، المملكة المُتحدة: «يمكن للمرء أن يراوغ بشأن الأدلة»، لأن الدراسات المخبرية العديدة التي أبرزت الضرر، ربما غذت النحل بكميات غير واقعية من مبيدات نيونيكوتينويد. ويضيف: «إنّ المشكلة هي افتقاد المعلومات بشأن الجرعات التي يتلقاها النحل فعلًا في الحقل». ويقول أيضًا: «يُركِز الجميع على الخطر.. ونحن نعلم أن ثمة خطرًا، إلا أن المخاطر هي نتاج لدرجة الخطورة والتعرُّض».

ورغم ذلك.. يعتقد ديفيد جولسُن ـ باحث متخصص بالنحل بجامعة سَسِكس، المملكة المُتحدة ـ أن معظم الدراسات الرئيسة قد استخدمت جرعات واقعية. ويقول: «لا أستطيع القطع يقينًا إن كانت تلك التأثيرات تحدث حقًّا في الحقل، لكن يبدو لي أنها مرجحة جدًّا للحدوث».

يقول كريستيان كروبكي، عالم الحشرات بجامعة بوردو، إنديانا: «وحتى إنْ كانت مبيدات نيونيكوتينويد غير مسؤولة مباشرةً عن اضطراب انهيار المُستعمرة، لكنها قد تؤدي دورًا في ذلك، من خلال جعل النحل عرضةً للعث الطفيلي والفطر الطفيلي، فكلاهما مشتبه فيه بشكل رئيس. وحسب الأدلة الراهنة، لا بد من فرض قيود على استخدام مبيدات نيونيكوتينويد سريعًا، كإجراء احترازي».

وكانت إحدى الدراسات الحقلية القليلة قد أججت الجدل بعد صدورها في مارس[6]. أجرت الدراسة وكالة بوزارة البيئة والغذاء والشؤون الريفية البريطانية (DEFRA)، بتعريض 20 مستعمرة للنحل الطنان ـ في ثلاثة مواقع مُختلفة ـ لمحاصيل نامية من بذور غير مُعالَجة، وأخرى مُعالَجة بمبيد كلوثيانيدين أو إيميداكلوبريد، لكن الدراسة لم تجد «علاقات واضحة متماسكة» بين مستويات مبيدات الآفات، وبين إلحاق الضرر بالحشرات.

كما أجرت الوزارة البريطانية مراجعةً لإجمالي الأدلة بشأن مبيدات نيونيكوتينويد؛ وخلصت إلى أنه قد تكون هناك «تأثيرات نادرة لمبيدات نيونيكوتينويد على النحل في الحقل»، لكنها لا تحدث تحت الظروف الطبيعية.

اصطف الخبراء لانتقاد تلك الدراسة الحقلية، إذ قال كريستوفر كونّولي ـ عالِم الأعصاب بجامعة دندي، المملكة المُتحدة، وهو باحث درس تأثير مبيدات نيونيكوتينويد على دماغ النحل ـ إنّ مُستعمرات النحل المُستخدمة كمجموعات ضابطة في الدراسة كانت مُلوَّثة بمبيدات الآفات، كما تم اكتشاف مبيد ثيامِثوكسام في اثنين من الثلاث مجموعات الخاضعة للاختبار، رغم أنه لم يكن مُستخدمًا في التجربة. ويقول جولسُن عن الدراسة: «كانت مُفزعة من نواحٍ عديدة». ويُذكر أنه لم يكن مُتاحًا مِنْ طرف الوزارة مَنْ يمكنه التحدث إلى «نيتشر».

ويرى جولسُن وآخرون أن هناك حاجة ماسة إلى مُراقبة بيئية مكثفة لمبيدات نيونيكوتينويد ودراسات ميدانية طويلة الأمد لتأثيراتها. ويشير إلى دراسة[7] أجريت في 2012؛ اكتشفت مبيدات نيونيكوتينويد في زهور الهندباء النامية قرب محاصيل مُعالَجة بالمبيدات، مما يشير إلى إمكان انتشار مبيدات الآفات بعيدًا عن أهدافها المقصودة. يقول: «لقد تركز هذا النقاش على النحل بشكل مُكثف. ربما نفتقد الصورة الأكبر بعض الشيء. فلمدة 20 عامًا؛ كنا نستخدم كيماويات نيونيكوتينويد، دون إجراء تقييم حقيقي للتأثيرات التي تُلحقها بالبيئة الأوسع». ■

تأثيرات مبيدات الحشرات

الضَّجَّة حول صحة النحل

شهدت السنة الماضية نشر مجموعة كبيرة من الأوراق العلمية بشأن تأثير مبيدات الآفات من فئة نيونيكوتينويد على النحل. ويناقش العلماء دلالاتها على أرض الواقع.

20 إبريل 2012: أظهرَ نحل العسل ـ المُعَرَّض لمبيد ثيامِثوكسام في حقول فرنسية ـ عدم قدرته على العودة إلى خلاياه[1]. ومُستعمرات النحل الطَّنَّان ـ التي تعرضت لـ«مستويات واقعية تضاهي مستويات الحقل» من مبيد إيميداكلوبريد في المُختبر ـ أظهرت تناقصًا في معدلات النمو، بجانب انخفاض يبلغ 85% في إنتاج الملكات الجديدة؛ مُقارنةً بالمجموعات الضابطة[2].

21 أكتوبر 2012: إنّ تعرُّض النحل الطَّنَّان لـ«مستويات تضاهي مستويات الحقل» من إيميداكلوبريد، بالإضافة إلى مبيد آفات آخر من غير فئة نيونيكوتينويد أضعف قدرته على البحث عن الطعام، وزاد معدل وفيات الشغالات، وخفَّض فرص نجاح المُستعمرة[3].

7 فبراير 2013: «التعرض المُطوَّل» لمبيد إيميداكلوبريد ومبيد آفات آخر يُضْعِف قدرة نحل العسل على التعلُّم ويُعطِّل الذاكرة[4].

27 مارس 2013: أظهرت الدراسات المخبرية أن مبيدات إيميداكلوبريد، وكلوثيانيدين، إضافة إلى مبيد آفات من الفوسفات العُضوي، تُعرقل تفعيل خلايا الدماغ لدى نحل العسل، وخاصة لدى اجتماع هذه المبيدات معًا[5].

مارس 2013: لم تظهر «علاقات واضحة وثابتة» بين مستويات نيونيكوتينويد، وعدد أفراد المُستعمرة، أو إنتاج ملكات جديدة بخلايا النحل الطَّنَّان[6]. **دي.سي.**



MARK BOWLER/NATUREPL.COM

1. Henry, M. *et al. Science* **336,** 348–350 (2012).
2. Whitehorn, P. R., O'Connor, S., Wackers, F. L. & Goulson, D. *Science* **336,** 351–352 (2012).
3. Gill, R. J., Ramos-Rodriguez, O. & Raine, N. E. *Nature* **491,** 105–108 (2012).
4. Williamson, S. M. & Wright, G. A. *J. Exp. Biol.* http://doi.org/k2z (2013).
5. Palmer, M. J. *et al. Nature Commun.* **4,** 1634 (2013).
6. Thompson, H. *et al. Effects of Neonicotinoid Seed Treatments on Bumble Bee Colonies Under Field Conditions* (Food and Environment Research Agency, 2013).
7. Krupke, C. H., Hunt, G. J., Eitzer, B. D., Andino, G. & Given, K. *PLoS ONE* **7,** e29268 (2012).

الدواء

عقاقير مستهدَفة لعلاج فيروس الكبد الوبائي (سي)

الخبراء يناقشون توصيات بالفحص الجماعي؛ لاكتشاف المرضى في أمريكا.

بيث مول

يتوتر جون لدى تذكر الفترة التي عاشها بين معرفته بإصابته بفيروس التهاب الكبد الوبائي (سي) وبين اتخاذه قرارًا بالخضوع للعلاج. ويقدِّر هو تلك الفترة بنحو أربع أو خمس سنوات. تَشَوَّش تفكيره بسبب تناوله علاجًا مركبًا من ثلاثة أنواع من العقاقير لعلاج المرض. واضطر جون بعد ذلك إلى ترك عمله كطَاهٍ في نيويورك، بعد ظهور آثار العلاج الجانبية، وهي أعراض تشبه نزلات البرد الحادة، مع شعور عام بالتعب والاكتئاب. كان جون ـ الذي تم تغيير اسمه هنا حفاظًا على خصوصيته ـ معرضًا بقوة للإصابة بالفيروس، إذ كان مدمنًا لمنشط الكريستال ميتامفيتامين. يبلغ جون 51 عامًا، وينتمي إلى جيل مواليد العقدين التاليين للحرب العالمية الثانية بين عامي 1945 و1965 والمسمى جيل طفرة المواليد baby boomers، حيث شهدت تلك الفترة زيادة مطردة في أعدادهم، الذي يواجه ملايين منهم الإصابة بالمرض، وأحيانًا متاعب العلاج الشديدة.

وهناك أدوية أفضل، في طريقها إلى المرضى، لكن إمكانية تحسين المعالجة تزيد حدة النقاش حول جدوى الفحص الجماعي لقطاع عريض من الأمريكيين، بحثًا عن حالات الإصابة بفيروس التهاب الكبد الوبائي (سي).

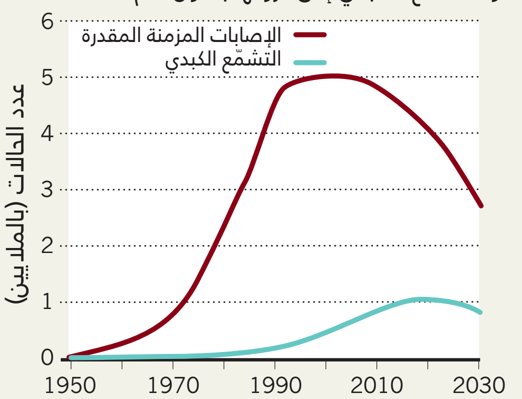
في الشهر الماضي، تقدمت شركة جلعاد Gilead في فوستر سيتي، كاليفورنيا، بعقار سوفوسبُفير Sofosbuvir إلى هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)؛ لاعتماده علاجًا لفيروس التهاب الكبد الوبائي (سي)، وذلك بعد أن أظهرت المرحلة الثانية من الاختبارات نجاحًا بنسبة 100% بين بضع مجموعات من المرضى لدى استخدامه مع أدوية موجودة. وفي الأسبوع الماضي، أظهرت النتائج الأولية للمرحلة الثالثة من الاختبارات نتائج واعدةً مشابهة. (انظر: E. Lawitz *et al*. *N. Engl. J. Med.* http://doi.org/mcc; 2013).

وهذا العقار هو أحد عشرة أدوية أخرى ـ على الأقل بالولايات المتحدة ـ وصلت إلى المرحلة الثالثة من الاختبارات؛ وأظهرت أداءً واعدًا في تحسين نتائج العلاج، أو تقليل آثاره الجانبية. وقد يتمكن أول هذه الأدوية من اللحاق بالأسواق في أوائل 2014، وفي حال صدور توصية من مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها (CDC) بأتلانتا، جورجيا، فقد يؤدي ذلك إلى حدوث إقبال واسع عليها.

يُعدّ جون جزءًا من قنبلة ديموجرافية موقوتة.. فقرابة 4 ملايين أمريكي مصابون بفيروس (سي) الذي قد يدمر خلايا الكبد نهائيًّا؛ ويؤدي للإصابة بسرطان الكبد، لكن لأن مضاعفات المرض تحدث ببطء وتستغرق عقودًا، فإن حوالي 85% من حاملي المرض لايعرفون أنهم مصابون به. يبلغ جيل طفرة المواليد نحو 27% من سكان الولايات المتحدة، لكن 75% منهم مصابون بعدوى فيروس (سي)، ربما لأن تعاطي المخدرات بالحقن ـ أحد سبل العدوى ـ كان أكثر انتشارًا في فترة شبابهم، مقارنة بفترات أخرى. في أغسطس الماضي، أوصت مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها بإجراء مسح على الجيل المولود بين 1945 و1965، إضافة إلى الأشخاص المعرضين للإصابة بالفيروس، كمدمني المخدرات بالحقن الوريدي. وتتوقع المراكز أن يؤدي ذلك المسح إلى اكتشاف 800 ألف حالة إصابة أخرى، ومنع 120 ألف وفاة على الأقل. تقول كِمبرلي بيج، عالمة الأوبئة بجامعة كاليفورنيا في سان فرانسيسكو: «لدينا فرصة لتحقيق إنجاز جزئي بمواجهة تأثير المرض».

أعباء وشيكة

ارتفاع أعداد المصابين بعدوى التهاب الكبد الوبائي (سي) في الولايات المتحدة ينذر بوصول حالات التليف أو التشمع الكبدي إلى ذروتها بحلول عام 2020.



SOURCE: G. L. DAVIS *ET AL.* *GASTROENTEROLOGY* **138**, 513–521 (2010)

وتقول كريستن ماركس ـ الطبيب المعالج لجون، وأخصائية الأمراض المعدية بكلية طب ويل كورنيل في نيويورك ـ إن الفحص الجماعي مهم، خصوصًا لجيل الطفرة السكانية، لأن الأعراض المبكرة لالتهاب الكبد الوبائي (سي)، كالإرهاق والتوعك، يصعب تمييزها عن أعراض الشيخوخة. وتضيف ماركس: «إن الناس يرفضون دلالات الأعراض، وبعضهم قد لا يتذكر تجربة تعاطي المخدرات بالحقن الوريدي بفترة شبابهم. وحتى لو تذكروا، (فقد لا يخبرون الطبيب)». ويُتوقع أن تبلغ حالات تشمع الكبد الناجمة عن عدم علاج فيروس التهاب الكبد الوبائي (سي) ذروتها خلال السنوات القليلة القادمة (انظر: «أعباء وشيكة»). ومع ذلك.. بظهور عقاقير جديدة في الأفق، فالآن هو الوقت المشجع للعلاج، كما تقول ماركس. وتتابع: «تاريخيًّا، كان افتقاد العلاجات الجيدة مثبطًا للفحص الجماعي. والآن، أعتقد أن هناك اهتمامًا متجددًا».

NATURE.COM
للمزيد حول التهاب الكبد الفيروسي (سي)، انظر:
go.nature.com/yxxtwh

وقد أصدر فريق عمل الخدمات الوقائية الأمريكية (USPSTF) ـ لجنة خبراء شكلتها وزارة الصحة الأمريكية ـ في نوفمبر الماضي مسودةَ بيان مَنْح توصية الفحص الجماعي تقدير «جيد» ـ (grade C). وهذا يعني أن الأطباء يجب أن يضعوا في الاعتبار سنة الميلاد عند اقتراح عملية الفحص، لكن ينبغي أخذ بعض العوامل الأخرى في الاعتبار.. فتقدير «جيد» المتوسط قد يثبط عديدًا من مؤسسات تقديم الرعاية الصحية ـ من ضمنها مؤسسة «ميديكيد» Medicaid الحكومية لرعاية ذوي الدخول المنخفضة صحيًّا ـ عن الدفع باتجاه الفحص الجماعي.

وكما في توصياتها ـ موضع الجدل ـ للحدّ من الفحص الجماعي لسرطاني الصدر والبروستات في 2009 و2012، حاول فريق عمل الخدمات الوقائية (USPSTF) الموازنة بين فوائد الفحص الجماعي بتكلفته ومخاطر العلاج غير الضروري. فقد يكلف الجمع بين علاجات التهاب الكبد الفيروسي (سي) 1,100 دولار أسبوعيًّا، وقد تطول مدة العلاج إلى عام، بالإضافة إلى الأعراض الجانبية الشديدة التي يصاب بها المريض. وهناك علاجات أخرى تصل تكلفتها إلى 4,100 دولار أسبوعيًّا (رفضت شركة «جلعاد» التعليق على السعر المستقبلي للعلاجات بعقار سوفوسبُفير).

وأضاف روجر تشاو ـ أخصائي الأمراض الباطنة بجامعة أوريجون للصحة والعلوم في بورتلاند، ومستشار فريق العمل ـ أن تطور المرض لدى أغلب المرضى يكون تدريجيًّا وغير محسوس، فحوالي 20% فقط من المرضى يصابون بتشمع الكبد في العشرين سنة الأولى من المرض، وفقًا لما أوردته مراكز مكافحة الأمراض والوقاية. يقول تشاو إن بعض مرضى جيل طفرة المواليد ـ الذين قد يُعثر عليهم خلال عملية الفحص الجماعي الإضافي ـ لن يحتاج إلى العلاج.

ويقول مارك إكمَن، الطبيب بجامعة سنسناتي، أوهايو، إن الأدوية الجديدة مهما كانت باهظة ستغيِّر حسابات الأطباء والمرضى. وكان إكمَن قد توصل بالحساب إلى أنه حتى لو تم إجراء فحص جماعي لكافة سكان الولايات المتحدة؛ فسيكون ذلك فعالًا وغير مكلف، مقارنةً بالأعباء المالية والشخصية للعيش بأمراض الكبد. (M. H. Eckman *et al*. *Clin. Infect. Dis.* **56**, 1382–1393; 2013).

وعلى سبيل المثال.. يستطيع عقار السوفوسبُفير ـ مضاد فيروسات جديد يستهدف فيروس الكبد (سي) تحديدًا، دون غيره ـ تحقيق نسب نجاح تتجاوز 90% مع علاجات أخرى في ثلاثة أشهر فقط. يثبط هذا العقار بوليميراز الحمض النووي الريبي للفيروس، مانعًا تكاثره. كما تم اختباره أيضًا بدون مزجه بالعلاجات الأخرى المعتادة المحتوية على إنترفيرون ممتد المفعول (إنترفيرون مقترن بالبولي إيثيلين جليكول) الذي ينشِّط الجهاز المناعي، لكنه يتسبب في أعراض جانبية شديدة.

وما زال فريق عمل الخدمات الوقائية يراجع مسودة توصياته، لكنه غالبًا سيتخذ قرارًا نهائيًّا خلال الأشهر القليلة القادمة، قبل أن يتسبب اعتماد عقار سوفوسبُفير أو أي دواء جديد في تبديل الحسابات.

ويقول ديفيد توماس، أخصائي فيروسات الكبد بجامعة جونز هوبكنز، بالتيمور، ميريلاند: «إن هذا سيئ للغاية. فهو يحاجج بأن جيل العقاقير التالي سيساعد في تبرير الفحص الجماعي واسع النطاق، إن الأدوية الجديدة ستبرِّر بسهولة عمل شيء مختلف عما هو جارٍ الآن». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





سُلالة جديدة

دانيال كريسي

الموجة المقبلة من المحاصيل المعدّلة وراثيًّا تشقّ طريقها إلى السوق، وقد تتمكن فقط من تقليل المخاوف بشأن «أطعمة فرانكنشتاين».

IMAGE: SERGE BLOCH

عندما كان يجري إعداد أول الكائنات المعدّلة وراثيًّا (GM) لاستعماله في المزارع، تقول أناستازيا بودنَر: «حصلنا على وعود بما يشبه أطقم صواريخ نفاثة».. محاصيل مستقبلية، فائقة القيمة غذائيًّا، من شأنها أن تجلب منتجات غريبة إلى الأسواق ومحلات (السوبرماركت)، وتساعد على إطعام عالَم جائع.

وتابع بودنر بقولها إن التكنولوجيا ألقت بمعظم فوائدها تقريبًا على قطاع الأعمال الزراعية، من خلال محاصيل مُعَدَّلة؛ تتحمل الكيمياويات المستعمَلة لقتل الأعشاب الضارّة، أو لمقاومة الآفات الحشرية. وأتاح هذا للمزارعين زيادة المحاصيل، واستعمال كمّيات أقل من المبيدات التي كانوا سيحتاجونها لرشّ المزروعات.

لقد كانت هذه التطورات غير مرئية للمستهلكين العاديين، وهذا يُعتبر أمر جيد، حسب قول بودنر، أخصائية التكنولوجيا الحيوية بمنظمة «بيولوجي فورتيفايد» Biology Fortified، وهي منظمة غير ربحية، تهتم بالدفاع عن الكائنات المعدّلة وراثيًّا، بمدينة ميدلتون، ويسكونسن. أمّا عن أسوأ الأحوال تجاه هذه التكنولوجيا، فقد ساعدت في تأجيج غضب معارضي التعديل الوراثي، الذين يقولون إن المحاصيل المعدّلة وراثيًّا أسهمت في تركيز السُلْطة والأرباح لدى قلة من كبرى الشركات، وشكَّلت مثالاً للعلماء الذين يحاولون التَّدَخُّل في الطبيعة، غير آبهين بالمخاطر التي ستترتب على ذلك.

وقد يتغير هذا قريبًا، بفضل جيلٍ جديدٍ كليًّا من المحاصيل المعدّلة وراثيًّا، التي تشقّ طريقها الآن من المختبرِ إلى السوق. وستعالج هذه المحاصيل مشاكل جديدة، ابتداءً من التفّاح الذي يعاني فقدان اللون، إلى «الأرز الذهبي»، والموز البرتقالي الزاهي المدعّم بالعناصر المُغذّية؛ لتحسين غذاء شعوب البلدان الأكثر فقرًا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وسوف يجري تخليق محاصيل أخرى من الجيل التالي باستخدام تقنيات متقدّمة؛ تتدخّل في مورّثات تتيح تعديل جينوم النبات نفسه بدقة مرتفعة. إن أسلوبًا كهذا يمكنه تقليل الحاجة إلى تعديل جينات المحاصيل التجارية باستعمال جينات مُشْتَقدَمة من أنواع أخرى، وهي إحدى أكثر الممارسات إزعاجًا لمنتقدي التعديلات الوراثية. وهذا ـ بدوره ـ سيحدّ من القلق العام بشأن الأغذية المعدّلة وراثيًّا.

وقد لا يكون الأمر كذلك.. فمهما كانت الوعود التي تقدّمها هذه المحاصيل في المختبر، ستبقى بحاجةٍ إلى إثبات فوائدها من خلال تجارب حقلية مضنية ومكلفة ومفصّلة؛ واقتحام عقبات تنظيميةعديدة، وطمأنة الرأي العامّ المتشكك غالبًا. وهذا الجزء الأخير لن يكون سهلًا، حسب قول فيليب بَرينو، الذي يَدرس الجوانب السياسية والاجتماعية لهذه التكنولوجيات الجديدة بجامعة واشنطن، سياتل. ويشير إلى أن الجدل القائم حول الكائنات المعدّلة وراثيًّا يثير سلسلة من المخاوف بشأن سلامة وتوصيف القضايا الأخلاقية لتسجيل براءات اختراع تتعلق بالحياة. يقوا برينو: «إنّ الناس يعبّرون عن قلقهم حيال ما يطعمونه لأطفالهم. وهذا الأمر لن يتغير».



SERGE BLOCH

ومع ذلك.. يبدو أن معظم الباحثين في مجال الكائنات المعدّلة وراثيًّا مقتنعون بأن أسوأ المشاكل التكنولوجية قد ولّت، وأن مستقبل الكائنات المعدّلة وراثيًّا مشرق. إذا كنت تبحث عن عصر الحزمة النفاثّة من الكائنات المعدّلة وراثيًّا، «فإنه يحدث الآن»، حسب قول بودنَر.

لقد تم تسويق الموجة الأولى من المحاصيل المعدّلة وراثيًّا للمزارعين بشكل أساسي. والهدف من ذلك تسهيل عملهم، وزيادة إنتاجيته وربحيته. ففي عام 1996، مثلًا، طرحت شركة مونسانتو Monsanto للتكنولوجيا الحيوية من سانت لويس، ميسوري، أول إصداراتها الرائجة من منتجات «راوندَب ريدي» – Roundup Ready: فول صويا مزوّد بجينات بكتيرية، تتيح له تحمُّل مبيد الأعشاب «جلايفُوسفيت» glyphosphate، الذي تصنعه مونسانتو، ويسمى «راوندَب» Roundup. وهذا يعني أنه سيكون بوسع المزارعين القضاء على معظم الأعشاب الضارّة باستعمال مبيد واحد، بدلًا من عدة مبيدات، دون إتلاف المحصول. وسرعان ما لحقت به محاصيل أخرى معدّلة وراثيًّا، بما فيها قطن مونسانتو *Bt* مونسانتو المعدّل وراثيًّا: نبات معدّل لإنتاج سمّ بكتيري يثبّط ديدان القطن المدمّرة، ويقلل الحاجة إلى مبيدات حشرية.

سيبقى المزارعون يشكّلون السوق الرئيسة للجيل القادم من الكائنات المعدّلة وراثيًّا. ففي مركز روثامستِد للبحوث في هاربندن، المملكة المتحدة، مثلًا، يعدّل العلماءُ النباتات وراثيًّا؛ لتحتاج إلى مبيدات حشرية أقل، حتى مما يحتاجه قطن *Bt* المعدّل وراثيًّا، ومن الممكن ألّا تحتاجها مطلقًا فيما بعد. والمفتاح هو «فيرومون الإنذار»، الذي طوّرتْه بعض أنواع النباتات البريّة؛ لتقليد إشارات تحذير كيميائية تصدرها حشرات المنّ aphids ـ آفة المحاصيل الرئيسة بالمناطق المعتدلة ـ عند تعرضها للهجوم. وقد أنتج وضْعُ الجينات المُطلِقة لهذه الآلية الدفاعية في القمح محصولًا يمكنه خداع الحشرات إلى درجة تجعلها تعتقد بأن وجودها في خطر ويدفعها إلى الابتعاد. وعلى عكس قطن *Bt* وغيره من الكائنات المعدّلة وراثيًّا الموجودة فعلًا، لن تحتاج هذه المحاصيل مادة كيميائية قاتلة للحشرات لحمايتها من الآفات.

يقول موريس مولوني، المدير والرئيس التنفيذي لمركز «روثامستد»: «إن التجارب الحقلية تُجرى حاليًا. وكانت ناجحة جدًّا في بيوت الاحتباس الحراري». ويتابع: «إذا استطعنا إنجاحها في الحقل؛ فستتمكن من تحسينها؛ لجعلها سمة سائدة» مناسبة للنشر بشكل واسع. ومن هنا يأمل الفريق في توسيع جهوده؛ بحثًا عن وسائل حماية وروادع طوّرتها الطبيعة في محاصيل أخرى، وللعمل على الطرق التي يمكن بواسطتها تحسين أو تعديل هذه الوسائل لمكافحة آفات معيّنة.. فـ«مثلًا، قد تتمكن من الحصول على مادة كيميائية طيّارة، تعمل أيضًا كرادع ليرقات الديدان، وثاقبات الساق، وما شابهها». ويضيف مولوني: «إذا نجحنا في هذا الأمر؛ فستكون آفاق تطبيقاته هائلة».

اهتمامات محليّة

يدفع باحثون كثيرون بمجال الكائنات المعدّلة وراثيًّا نحو تشجيع العمل على المحاصيل المُهْمَلة أحيانًا لدى الشركات الزراعية الكبرى. فلدى مجموعة التكنولوجيا الحيوية النباتية بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ، مثلًا، يقود هيرفيه ڤاندرشورين فريقًا يعمل على نبات الكَسّاڤا (*Manihot esculenta*)، وهي شجيرة استوائية لها درنات، تمثّل غذاء أساسيًّا في البلاد النامية. يقول ڤاندرشورين: «ليس هناك استثمار كبير في تربية أو تحسين نوعية هذا المحصول».

ويسعى ڤاندرشورين وفريقه إلى هندسة الكَسّاڤا Cassava وراثيًّا؛ لتقاوم فيروسين ضارّين بشكل خاص، بالبدء بمجموعة متنوعة مقاوِمة بطبيعتها لفيروس تبرقش الكَسّاڤا، ثم إدخال الجينات التي تضفي مقاومة لفيروس الأثلام البنية للكَسّاڤا. صُمِّمت السلالة المقاومة طبيعيًّا فعلًا لتناسب الاحتياجات والأسواق المحلية. وهذا النوع من التكيّف المحلي «جزء مهم جدًّا من الأبحاث التي نجريها هنا»، حسب قول ڤاندرشورين. وهو أمر قلّما تتبناه الشركات الزراعية الكبرى الراغبة في بيع منتجاتها بأنحاء العالم. وقد نجح ڤاندرشورين وفريقه في مهمّتهم، وهم يتعاونون الآن مع زملاء لهم في أفريقيا؛ لإجراء اختبارات للتأكّد من إمكانية زرع الكَسّاڤا المطوَّرة في الحقول.

يتركّز عمل كثير حول محاصيل الدول النامية على تعزيز التغذيّة. والمثال الأكثر شهرة لهذا المجهود هو الأرز الذهبي، وهو نسخة معدّلة من الغذاء الأساسي لنصف سكان العالم. ويأتي لونه الأصفر المميّز من إضافة مركب بيتا-كاروتين β-Carotene ـ وهو سلف فيتامين (أ) ـ الذي تفتقر إليه كثير من الأنظمة الغذائية بشرق آسيا. وبعد كثير من التطور المضني واحتجاجات معارضي الكائنات المعدّلة وراثيًّا، تمّ الإعلان عن إصدار النسخة الأصلية من الأرز الذهبي في عام 2000. ويخضع المحصول حاليًا لتجارب زراعية بحقول الفلبين (انظر: I. Potrykus *Nature* **466**, 561; 2010). ويمكن أن تنتهي تسوية كافة العقبات التنظيمية ليصل إلى المزارعين بحلول عام 2014.

وقد سار آخرون على خطى هذه التجربة.. فمثلًا، جيمس ديل ـ مدير مركز المحاصيل المدارية والسلع الحيوية بجامعة كوينزلاند للتكنولوجيا في بريسبان، أستراليا ـ يحاول تزويد الموز بمقاومة لمرض بنما ـ وهو ذبول فطري يمكنه أن يدمّر المحاصيل ـ مع زيادة محتواه من مركب بيتا-كاروتين، ومجموعة أخرى من المغذيّات، من ضمنها الحديد. وحسب قول الباحث، فإن «مستويات نقص المغذيات الدقيقة مرتفعة جدًّا في الواقع» بأوغندا وجميع أنحاء أفريقيا؛ والموز هو العنصر الرئيس في النظام الغذائي. وقد تم بالفعل إجراء التجارب الميدانية في أستراليا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ورغم أن معظم أنواع الجيل التالي من الكائنات الحية المعدّلة وراثيًّا تستهدف المزارعين، يستهدف بعضها مجهزّي الأغذية المصنّعة. وتلك هي الخطوة التالية في السلسلة.. فمثلًا، يقوم كريس داردك ـ عالِم البيولوجيا الجزيئية النباتية بـ«محطة الأبالاش لبحوث الفاكهة»، التابعة لهيئة البحوث الزراعية الأمريكية في كيرنسفيل، ويست فيرجينيا ـ بشرح صعوبة استعمال البرقوق في الأطعمة المصنّعة، لأن إزالة نواة البرقوق القاسية المتخشبة تخلّف أجزاء مكسّرة منها. ويُعتبر فريقه الآن في المراحل المبكرة من إنتاج ثمار عديمة النوى، انطلاقًا من جينات ثمار برقوق عديمة النوى كلها، لكن تم استنباتها تقليديًّا. يقول داردك: «كان القلق الأكبر الذي واجهنا هو معرفة كيف ستتقبل الصناعة والمستهلكون شيئًا من هذا القبيل. وكانت معظم ردود الفعل التي حصلنا عليها إيجابية للغاية».

وهناك الأحياء المعدّلة وراثيًّا، التي تهدف إلى اجتذاب المستهلك النهائي مباشرة. ومن أوائلها التفاح القطبي الشمالي، الذي لا يتحول لونه إلى البني سريعًا بعد قطعه أو قضمه. ويعود الفضل في هذا إلى إدخال جينات من أصناف التفاح الأخرى، التي تُنْتِج مستويات أقلّ من المعتاد من أكسيداز البوليفينول، وهو الإنزيم الرئيس في سلسلة التفاعلات البيوكيميائية المسبِّبة للتلوُّن باللون البني.

يقول نيل كارتر، رئيس شركة أوكَانَاجَن للفواكه المميزة في سمرلاند، كولومبيا البريطانية، التي طوّرت تفاح القطب الشمالي: «أنا وزوجتي من مزارعي التفاح. وقد شعرنا بالقلق لتراجع استهلاك التفاح». ويوضح كارتر أنّ الإقبال على التفاح تراجع في السوبرماركت أمام بقية الفواكه والخضروات الطازجة التي تباع نظيفة ومقطعة إلى شرائح جاهزة للأكل، ومعبأة في أكياس. ويضيف كارتر: «إنّ إنتاج نوع من التفاح يمكن معالجته بطريقة كهذه، دون أن يتغيّر لونه إلى البنّي؛ سيكون نعمةً حقيقيةً لهذه الصناعة. وإذا لاقى هذا التفاح قبولًا حسنًا، فإن الأنواع القطبية من الأفوكادو والكمثرى، وحتى الخسّ، قد تكون هي التالية».

تقنيات متقدِّمة

تم إنجاز الكثير من أعمال التعديل الجيني حتى الآن باستخدام تقنيّات بسيطة نسبيًّا، لكنها ثابتة، مثل «قاذف الجينات» الذي يطلق كريات نانويّة مغلّفة بالحمض النووي المأخوذ من كائنات حيّة أخرى على خلايا النبات المستهدف؛ مما يؤدّي إلى دمج الحمض النووي بمواقع عشوائية في الجينوم. وهناك أدوات جديدة تتيح الحصول على دقة لا مثيل لها في تعديل الجينات.. فهناك مثلًا إنزيمات تدعى النوكلياز المُستجيب لمشابه منشّط النسخ (TALENs)، ونوكلياز إصبع الزنك (ZFNs)، ويمكنها تقطيع الحمض النووي في نقاط محدّدة يختارها الباحث المُجرِّب. وبالتحكّم في كيفية إصلاح هذا القطع، سيكون من الممكن إدخال طفرات وتغييرات أحادية النوكليوتيد، أو حتى جينات بكاملها بمواقع محددة، حسب قول دان ڤويتاس، الذي يستخدم هذه التقنيات بجامعة مينيسوتا، سانت بول. ويتابع ڤويتاس قائلًا: «يمكننا إجراء إدراج دقيق، لنعرف مكان وضع الجين الأجنبي في الكروموزوم». سيتيح هذا للباحثين وضع الجين الجديد بمكان محدّد من الجينوم، حيث يكون تعبيره هو الأمثل، ويقلِّل مخاطر الإضرار بجينوم النبات بطرق غير مرغوبة. وقد أظهرت مجموعة ڤويتاس بالفعل أن نباتات التبغ يمكن تعديلها باستعمال نوكلياز أصابع الزنك، بحيث تصبح مقاوِمة لمبيدات الأعشاب[1]. وأضافت مجموعات أخرى مقاومة مبيدات الأعشاب إلى الذُّرة باستعمال نوكلياز أصابع الزنك[2]، أو باستخدام النوكلياز المُستجيب لمُشابِه مُنَشِّط النَّسْخ TALENs لاقتطاع الجين الموجود في الأرز، ويضفي الاستعداد للإصابة باللفحة البكترية[3].

ويقول ڤويتاس إن «القوة الحقيقية لهذه التقنيات تكمن في قدرتها على منح صفات جديدة من خلال تعديل الجينات الأصلية للنباتات». وعلى سبيل المثال.. بدلًا من هندسة النباتات وراثيًّا ـ لتتحمل ظروف الجفاف ـ بدمج جينات البكتيريا المقاومة للجفاف (انظر: *Nature* **466**, 548-551;2010)، يمكن للباحثين تعديل الجينات الأصلية المتعددة التي تساعد النباتات على البقاء في فترات الجفاف. ويضيف: «حقًّا، إن المرحلة التالية من تطوير التكنولوجيا هي إتاحة الدخول لتعديل عدة جينات».

وهناك مَنْ هو متحمِّس بدوره للعمل على جينات النبات نفسها، وهو ديريك جانتز، المؤسِّس المُشارِك لشركة «بريسجن بيوساينس» Precision BioScience، وهي شركة للتكنولوجيا الحيوية في دورهام، نورث كارولينا. إنّ جميع النباتات لها جين يضاهي الجين البكتيري EPSPS الذي يتم إدخاله في محاصيل مونسانتو «راوندب ريدي». وينبغي أن يتيسر استحداث مقاوَمة مماثلة لمبيدات الأعشاب بإعادة صياغة الجين الأصلي الخاص بالنبات، بدلًا من استقدام جين خارجي[4].

وكغيره من الباحثين في صناعة التعديل الجيني، يرفض جانتز الحديث عن مشاريع بحثية محدّدة، بسبب السِّرِّيَّة التجارية، لكنه ـ بعبارات عامة ـ يقول: «ما نحاول عمله هو الاستفادة بثروة من البيانات الجينومية الوظيفية التي أصبحت متاحة».

على بُعْد سلالة

يستخدم باحثون التعديل الوراثي لتسريع تقنيات الزراعة التقليدية. ويقود رالف سكورزا ـ عالِم النبات بمحطة أبالاش لبحوث الفاكهة ـ الفريقَ الذي أجرى التعديل الوراثي على أشجار البرقوق. ويمكن لهذه الأشجار المعدّلة وراثيًّا أن تبقى على قيد الحياة في بيوت الاحتباس الحراري فقط. وبإدخال جين من شجر

> «المرحلة التالية من تطوير التكنولوجيا هي إتاحة الدخول لتعديل عدة جينات»

الحور، تبدأ تزهر مبكرًا جدًّا، مقارنةً بالأصناف التقليدية، ثم تستمر كذلك لاحقًا. وهذا يعني أنه يمكن للباحثين زراعة الأشجار على مدار السنة باستخدام الانتقاء، والتهجين، وغيرهما من التقنيات التقليدية لتطوير صفات معينة، كمقاومة الأمراض في غضون سنوات قليلة، مقارنةً بعشر سنوات أو أكثر تتطلبها الزراعة التقليدية. وعندما يتم التوصل إلى استزراع الصفات المطلوبة؛ سيصبح ممكنًا استخراج الجينات المتحوِّرة التي تحرك الإزهار، وستكون الحصيلة نباتات معدّلة، وليست معدّلة وراثيًّا. ويلجأ سكورزا وزملاؤه إلى تطبيق استراتيجية «المسار السريع» Fast Track هذه، كمحاولة لتوليد مقاومة لفيروس جدري البرقوق، وزيادة محتوى الثمار من السكر. ويطبِّق الباحثون بمكان آخر هذه الاستراتيجية على محاصيل أخرى، كالحمضيّات.

وترى الهيئات الرقابية الأمريكية بالفعل أن الكائنات الحية المحوّرة باستخدام تقنيات حديثة ـ لا تحوي حمضًا نوويًّا من الأنواع الأخرى ـ ستُعامل بشكل مختلف عن الكائنات الحية المعدّلة وراثيًّا بالطرق التقليدية. وقد يخفّف هذا الأمر أيضًا من مخاوف الجمهور إزاءها. يقول ألن مكهيوين ـ عالِم الوراثة الجزيئية بجامعة كاليفورنيا، ريفرسايد: «يحدونا أمل ضعيف في التغلّب على بعض المعارضة تجاه التعديل الوراثي».

وتلاحظ أناستازيا بوندر أنه قد لا يتوقف تعديل الكائنات وراثيًّا. وتشير إلى أن للهندسة الوراثية الآن مجال قبولٍ منخفضًا نسبيًّا.. فهناك «القراصنة البيولوجيّون» الذين يُجْرُون بالفعل تجارب على البكتيريا؛ لتعديلها وراثيًّا في أماكن تجمُّع السيارات، وغرف النوم الإضافية، وليس هناك ما يمنعهم من تطبيق مهاراتهم في المستقبل على النباتات، أو الحيوانات.

تقول بوندر: «إن تقنيات التعديل الوراثي تصبح أسهل مع الوقت. وأعتقد أن الناس متعطشّون لهذا النوع من الأمور». وتضيف: «بخصوص الحِزَم النفاثة التي أرادها الجميع، أعتقد أنه آن أوان إشهارها. وإن لم يوفرها السوق من القمة إلى القاعدة، فقد نراها من القاعدة إلى القمة». ■

دانيال كريسي مُرَاسِل دَوْرِيّة «نيتشر» في لندن.

1. Townsend, J. A. *et al. Nature* **459,** 442–446 (2009).
2. Shukla, V. K. *et al. Nature* **459,** 437–441 (2009).
3. Li, T., Liu, B., Spalding, M. H., Weeks, D. P. & Yang, B. *Nature Biotechnol.* **30,** 390–392 (2012).
4. Funke, T., Han, H., Healy-Fried, M. L., Fischer, M. & Schönbrunn, E. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **103,** 13010–13015 (2006).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاضطرابات العقلية.. أبعــاد وأطيــاف



ديفيد آدم

تشير البحوث إلى أن الأمراض العقلية تمتد متداخلةً كأطياف مرضية لها أبعاد، لكنْ ما زال أحدث دليل للتشخيص في هذا المجال قائمًا على تصنيفها، والفصل فيما بينها.

يعتبر ديفيد كوبفر مهرطق العصر. ولكونه طبيبًا نفسيًّا بجامعة بتسبرج، بنسلفانيا، قضى السنوات الست الماضية في إدارة مراجعة كتاب يُعتَبَر ـ بشكل شائع ـ «الكتاب المقدّس للطب النفسي». وكان مقررًا أن يصل هذا العمل ذروته في مايو الماضي عندما تقوم جمعية الطب النفسي الأمريكية بكشف النقاب عن الإصدار أو «التجسد» الخامس للكتاب المسمّى «الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية» *DSM*، الذي يقدِّم قائمة دقيقة لأغراض يستخدمها الأطباء النفسيون حول العالم في تشخيص مرضاهم. ولهذا الدليل نفوذ بالغ، إلى درجة أن الاقتراح الوحيد لكوبفر ـ الذي لم يقابَل بعاصفة احتجاج خلال عملية المراجعة ـ كان تغيير عنوان الدليل من *DSM-V* إلى *DSM-5*.

ورغم التوافق على عنوان وصياغة الدليل مؤخرًا، إلا أن المناقشات التي ألقت بظلالها على مراجعته لم تستقر بعد. والحقيقة الصارخة أنه لا اتفاق بعد على أفضل السبل لتعريف وتشخيص الأمراض العقلية. فالدليل الجديد ـ كشأن طبعتيه السابقتين ـ سيضع الاضطرابات في فئات منفصلة متميزة، كاضطراب الاكتئاب الرئيس، والاضطراب ثنائي القطب، والفصام، واضطراب الوسواس القهري. هذه

NATURE.COM
للمزيد حول تحديات أبحاث الصحة العقلية، انظر:
go.nature.com/6xgksp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التصنيفات ـ التي سادت الطب النفسي منذ أوائل الثمانينات ـ تستند بشكل كبير إلى نظرية مرت عليها عقود وأعراض ذاتية (شخصية).

والمشكلة هي عدم استطاعة علماء الأحياء الوصول إلى أدلة جينية أو عصبية تدعم تفكيك الاضطرابات العقلية المركبة إلى فئات منفصلة، في حين شرع أطباء نفسيون في التفكير فعلًا خارج صناديق التصنيفات، لأنهم رأوا مرضى كثيرين يُظْهِرون أعراضًا لا تنسجم معها بصورة منظمة. أراد كوبفر وآخرون للإصدار الأخير من الدليل الابتعاد عن منهج التصنيفات باتجاه منهج دراسة ورسم «الأبعاد» dimensionality، حيث تتداخل الأمراض النفسية. ووفقًا لتلك النظرة، تنتج الاضطرابات من عوامل مشتركة لمخاطر الإصابة، تؤدي إلى شذوذ في الدوافع المتقاطعة، كالتحفيز وتوقع الإثابة القابل للقياس (من هنا كانت الأبعاد)، واستخدامها في وضع الأشخاص ضمن أحد أطياف الاضطرابات، لكنّ محاولة تقديم ذلك المنهج أخفقت، نتيجة اعتراض بعض الأطباء النفسيين وعلماء النفس، بحجة أن ذلك سابق لأوانه.

وجاءت الأبحاث لنجدة المنهج الجديد. ففي 2010، أطلق معهد الصحة العقلية الوطني(NIMH) في بيثيسدا، ميريلاند، مبادرةً سمّاها مشروع «معايير المجال البحثي»، بهدف تحسين فهم متغيرات الأبعاد ودوائر الدماغ العصبية المتعلقة بالاضطرابات العقلية. واعتبر بروس كُثبرت ـ عالِم النفس الإكلينيكي ورئيس المشروع ـ هذا المشروع محاولةً «للعودة إلى لوحة رسم» الأمراض العقلية. وعن تصنيفات الأمراض، يقول كُثبرت إن «علينا البدء بدلًا منها بالتفكير في كيفية كون هذه الاضطرابات تقلُّبات في عمليات طبيعية».

إنّ ذلك سيكون متأخرًا جدًا بالنسبة إلى الدليل التشخيصي الإحصائي. يقول كوبفر إنه يدرك الآن صعوبة تغيير المُعتقد الإكلينيكي، فـ«أثناء تحليق الطائرة في الجو، يجب علينا إجراء التغييرات خلال طيرانها».

تطور الدليل

المعلوم أن الكنيسة الكاثوليكية تغيِّر البابا مرات أكثر ممّا تقوم جمعية الطب النفسي الأمريكية بإصدار دليل جديد. فالطبعتان الأولى والثانية للدليل ـ الصادرتان في عامي 1952 و1968 ـ كانتا تعكسان مفهوم سيجموند فرويد حول الديناميات النفسية، القائل بأن: المرض العقلي نتاج الصراع فيما بين الدوافع الداخلية. فمثلًا، أوردت طبعة الدليل الأولى (DSM-I) أن «القلق ينتج عن تهديد من داخل الشخصية». وكانت الأعراض منفصلة عمومًا عن التشخيص.

اتخذت الأمور منحى تجريبيًّا بحلول 1980. وبتعرضها لصدمة اكتشاف أن مرضى بأعراضٍ متطابقة تَلَقَّوا تشخيصًا مختلفًا وعلاجات مختلفة، استبعدت مجموعة مؤثرة من الأطباء النفسيين الأمريكيين فرويد واستبدلت به نموذجًا يُحتذى، الطبيب النفسي إيميل كريبَلِن من وسط أوروبا. واشتُهِر كريبَلِن بقوله إن الحالتين المرضيتين المعروفتين بـ«الفصام» والاضطراب «ثنائي القطب»، تعتبران متلازمتين منفصلتين، تظهر لكل منهما أعراض فريدة وأسباب فريدة أيضًا. وكانت طبعة الدليل الثالثة (DSM-III)، الصادرة في 1980، قد حولت هذا التفكير إلى ما يُعرف الآن بمنهج تصنيف الأمراض بجدران صلبة فاصلة بين الحالات. وعندما صدرت طبعة الدليل الراهنة (DSM-IV) في 1994، أضافت وحذفت بعض التصنيفات ببساطة.

ومنذ ذلك الحين، احتشد جيل كامل من المكروبين في عيادات الأطباء النفسيين، ليتم تشخيصهم بأحد تشخيصات الدليل المعتمدة، ومن ضمنها اضطراب القلق، أو اضطرابات الأكل، واضطرابات الشخصية. وستظهر معظم تلك الحالات بصفحات الإصدار القادم للدليل (DSM-5)، الذي لن ترى محتوياته النور رسميًّا قبل انعقاد لقاء «جمعية الطب النفسي الأمريكية» السنوي في 18 مايو بمدينة سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، رغم أنه سر معلَن منذ إصدار الجمعية لمسودته على صفحتها الإلكترونية ودعوتها إلى التعليقات.

«ينبغي السماح للباحثين بالتفكير خارج هذه الصوامع التقليدية»

وبرغم تثبيت الجدران الفاصلة بين الحالات داخل الدليل المهني، كانت تتهاوى داخل العيادات. وكما يعرف الأطباء النفسيون جيدًا، يُظْهِر معظم المرضى خليطًا من الأعراض؛ فيتم تشخيصهم غالبًا باضطرابات متعددة، أو باعتلالات مشتركة. فحوالي خُمس الذين يستوفون معايير أحد الاضطرابات المعتمدة في الإصدار الرابع للدليل (DSM-IV) تنطبق عليهم ـ على الأقل ـ معايير اضطرابين آخرين.

يقول ستيف هايمَن ـ مدير مركز ستانلي لبحوث الطب النفسي، وعضو بمعهد برود في كمبريدج، ماساشوستس ـ إن هؤلاء المرضى «لم يقرأوا مقررات (التشخيص) الأكاديمية». ونظرًا إلى أن أعراضهم تتعاظم وتخبو بمرور الوقت، فهم يتلقون تشخيصات مختلفة، مما يزعجهم ويعطيهم أملا زائفًا. يضيف هايمن: «المشكلة أن الدليل تم تدشينه إلى مياه غير مبحوثة بشكل كاف، وتم قبوله بدون جدال».

ويرى الأطباء النفسيون مرضى كثيرين باعتلالات مشتركة؛ مما دفعهم إلى خلق فئات جديدة تغطي بعضها. ففصل كريبَلِن النظري التقليدي بين الفصام والاضطراب ثنائي القطب ـ مثلاً ـ طالما جُسِر بهجين براجماتي يسمى «الاضطراب الفصامي العاطفي»، الذي يصف ظهور أعراض الاضطرابين، وتم إقراره في الإصدار الرابع للدليل.

وبدورها، قدمت الأبحاث الأساسية توضيحًا بسيطًا. فبرغم عقود من العمل، فإن التوقيعات الوراثية والأيضية والخلوية لمعظم الاضطرابات العقلية تظل في عمومها لغزًا. والمفارقة الساخرة أن منهج التصنيف المتأصل يثبط بالفعل الأبحاث العلمية التي قد تصقل التشخيص جزئيًّا، بسبب تفضيل الهيئات الممولة للدراسات المنسجمة مع مجموعات التشخيص القياسية. يقول نك كرادّوك ـ من مركز المجلس البحثي الطبي لوراثيات وجينوميات الأمراض العصبية والنفسية بجامعة كارديف، المملكة المتحدة ـ إنه «حتى وقت قريب كنا لا نستطيع الحصول على تمويل لدراسة الذهان. فقد كان الباحثون يدرسون الاضطراب ثنائي القطب، أو الفصام، وكان من غير المتصور أن يُدرسا معًا».

من جانبه، يقول هايمن: «ينبغي السماح للباحثين بالتفكير خارج صوامعهم التقليدية»، فنحن «نحتاج إلى دفعهم نحو إعادة تحليل تلك الحالات من القاع إلى القمة».

وفي السنوات القليلة الماضية، تصدى بعض الباحثين للتحدي، ودعّمت نتائج دراسات الوراثة وتصوير الدماغ مفهومَ تداخل الاضطرابات الموجودة في الدليل. فقد أظهرت دراسات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي للدماغ أن الذين لديهم اضطرابات القلق أو اضطرابات المزاج يتشاركون استجابات مفرطة النشاط ـ بمنطقة لوزة المخ ـ للمشاعر السلبية والنفور. والذين لديهم الفصام أو اضطراب بعد الصدمة، يظهرون نشاطًا غير معتاد بقشرة الفص الجبهي حينما يُطلب منهم تنفيذ مهام تتطلب انتباهًا مستدامًا[1].

وفي أكبر دراسة تُجرى حتى الآن لتحديد الجذور الوراثية للاضطرابات العقلية، قامت مجموعة بحثية ـ قادها جوردان سمولر بمستشفى ماساتشوستس العام، بوسطن ـ بعملية مسح لمعلومات الجينوم لأكثر من 33 ألف شخص يعانون خمسة اضطرابات عقلية رئيسة، بحثًا عن التتابعات الجينية المرتبطة بأمراضهم[2]. وبنهاية فبراير، أورد الفريق أن بعض عوامل المخاطر الوراثية ـ خاصة بمواقع صبغية أربعة ـ ترتبط بكافة الاضطرابات الخمسة: التوحد، واضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه، والاضطراب ثنائي القطب، ومرض الاكتئاب الرئيس، والفصام. يقول هايمن: «ما نراه في (المرايا) الوراثية هو ما نراه في العيادات»؛ ولذلك.. «سنعمل على إعادة التفكير».

المنهج المنافس

في حين تقوم الأبحاث والممارسة الإكلينيكية بالمساعدة في تقويض منهج تصنيفات الدليل التشخيصي الإحصائي، كان منهج «الأبعاد» المنافس يكتسب دعمًا. فخلال العقد السابق، كان الأطباء النفسيون قد اقترحوا عددًا من تلك الأبعاد، لكنها غير مستخدمة في الممارسة، ويعود ذلك جزئيًّا إلى عدم إقرارها في الدليل.

وقد أدَّى الاعتلال المشترك المتكرر بين الفصام واضطراب الوسواس القهري بالبعض إلى اقتراح طيف وسواسي فصامي، مع وضع المرضى على الطيف، تبعًا لكونهم يعزون الأفكار الدخيلة التي تعتريهم إلى مصادر خارجية أو داخلية. وفي 2010، اقترح كرادوك مع زميله مايكل أوين أكثر أطياف الأبعاد راديكالية حتى الآن[3]، حيث رتبا خمس فئات من الاضطرابات العقلية على محور واحد: «التخلف العقلي»، «التوحد»، «الفصام»، «الاضطراب الفصامي العاطفي»، «الاضطراب ثنائي القطب/الاضطراب أحادي القطب»، انظر: «أبعاد مضافة». ويضع الأطباء النفسيون الأشخاص على المقياس لدى تقييم شدة التأثر بسلسلة طباع تتعلق بتلك الحالات، كضعف الإدراك، أو ارتباك المزاج. يقول كرادوك: «يعتبر هذا المنهج مبسطًا للغاية، لكنه يبدو منسجمًا مع الأعراض التي يذكرها المرضى». وهناك أشخاص يُظْهِرون علامات التخلف العقلي والتوحد معًا أكثر من إظهار أعراض التخلف العقلي والاكتئاب.

وعندما بدأ كوبفر وفريقه العمل على إنتاج الإصدار الخامس للدليل DSM-5 في 2007 متفائلين بقدرتهم على إحداث التحول نحو منهج «الأبعاد» في الطب النفسي. ويستعيد كوبفر تلك الفترة قائلًا: «فكرت في أننا لو لم نستخدم العلوم الأحدث والأكثر أساسية للدفع بقوة قدر استطاعتنا؛ لوجدنا صعوبةً بالغة في

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبعاد مضافة

في منهج الأبعاد بالطب النفسي، تقع حالات الصحة العقلية علي طيف (كالمثال الموضح هنا) من أعراض وأسباب متداخلة جزئيًّا



أن نتخطى الوضع الراهن». وقد عقد فريق العمل سلسلة مؤتمرات لمناقشة كيفية تقديم المنهج. كان أحد الاقتراحات الراديكالية، والمثيرة للجدل خصوصًا، أن يتم إلغاء نصف الحالات العشر الموجودة والمتصلة باضطراب الشخصية، وتقديم سلسلة أبعاد متقاطعة؛ لقياس المرضى مقابلها، كدرجة القهرية.

قوبل ذلك الاقتراح وغيره بنقد لاذع. وقال النقاد إن المقاييس المقترحة لم تستند إلى دليل قوي، ولم يكن لدى الأطباء النفسيين خبرة باستخدامها في تشخيص المرضى. يضاف إلى ذلك أن أبعاد اضطراب الشخصية أخفقت لدى اختبارها على مرضى خضعوا لدراسة تجريبية حقلية لمعايير مسودة الدليل بين 2010 و2012: فقد حقق أطباء نفسيون كثيرون جرّبوها نتائج مختلفة. وقد كتب ألن فرانسيس ـ أستاذ الطب النفسي غير المتفرغ بجامعة ديوك في دورهام، نورث كارولينا ـ في مقال بمجلة الطب النفسي البريطانية BJP قائلًا[4]: «إن استحداث نظام أبعاد غير متقن في الإصدار الخامس للدليل (DSM-5) قبل الأوان قد يؤثر سلبيًّا ويسمم أجواء قبوله مستقبليًّا لدى الأطباء المعالجين». وقد عمل فرانسيس رئيسًا لفريق عمل الإصدار الخامس، وكان أحد أقوى نقاد مقترحات إدخال منهج «الأبعاد» في الدليل.

كذلك لم يلقَ المقترحُ شعبيةً لدى مجموعات المرضى والمنظمات الخيرية، فكثير منها كافح طويلًا وبقوة؛ لجعل مختلف الاضطرابات العقلية المتميزة علامات (توسيمات) مرئية. لم يريدوا رؤية «الفصام» أو «الاضطراب ثنائي القطب» موسومًا بشكل مختلف. وفي أحاديث الخاصة، يتمتم بعض علماء النفس بكلمات حول نفوذ شركات الأدوية وعلاقاتها بالأطباء النفسيين. فكلا الطرفين يعمل للاستفادة من تصنيفات الدليل الراهنة، لأن خطط التأمين الصحي بالولايات المتحدة تغطي العلاجات القائمة عليها. ولذلك.. لديهم أمل ضعيف لرؤية تلك التصنيفات تتلاشى.

تغيير المسار

في منتصف 2011، أقر فريق عمل الإصدار الخامس للدليل بالهزيمة. ففي مقال بـ«المجلة الأمريكية للطب النفسي»[5]، أقر كل من كوبفر، وداريل رجيير ـ نائب رئيس مجموعة عمل الإصدار الخامس، ومدير البحوث بجمعية الطب النفسي الأمريكية ـ بالإفراط في التفاؤل. فقد كانا «يتوقعان أن يؤثر تقدم سبل التشخيص والعلاج المضطرد في تشخيص وتقسيم الاضطرابات العقلية بأسرع مما حدث بالفعل». وتم إسقاط أبعاد الاضطرابات الشخصية (المثيرة للجدل) في تصويت مجلس أمناء جمعية الطب النفسي الأمريكية في اجتماعها التخطيطي النهائي في ديسمبر 2012.

وتزعم الجمعية أن الصورة النهائية للإصدار الخامس للدليل تعتبر تقدمًا مهمًّا، مقارنةً بالإصدار السابق، وأنها تمزج التشخيص بالتصنيف والأبعاد. فالتصنيفات المنفصلة السابقة لإساءة استخدام المواد والاعتماد عليها دُمجت في تشخيص واحد، يسمَّى «اضطراب استخدام المواد». كما جُمعت «متلازمة أسبرجر» إلى بضع حالات ذات صلة في فئة جديدة، هي «اضطراب طيف التوحد»، كما تم وضع «اضطراب الوسواس القهري» مع «اضطراب جذب الشعر القهري» واضطرابات مماثلة معًا في فئة «الاضطرابات الوسواسية القهرية وما يتصل بها». يقول ريجيير إنه يتعين على التغييرين الأخيرين أن يساعدا العلماء الباحثين في ارتباطات الحالات. ويقول أيضًا: «ربما لن يُحْدِث ذلك فرقًا في العلاج، لكنه سييسِّر البحث في نقاط الضعف المشتركة».

يعتبر مشروع معايير المجال البحثي الأكبرَ في تلك الجهود المبذولة. فقد وافق معهد الصحة العقلية الوطني في العام الماضي على تمويل 7 دراسات، قيمتها الإجمالية 5 ملايين دولار، ضمن المشروع. وذكر كُثبرت أن تلك المبادرة «ستمثل زيادة في نصيب البحث الانتقالي لدى المعهد في السنوات القادمة». فالهدف هو إيجاد متغيرات جديدة في «الأبعاد»، وتقدير قيمتها الإكلينيكية، وهي معلومات سيكون لها أثر في إصدارات الدليل المستقبلية.

أحد المشروعات التي يمولها المعهد يقوده جيرزي بودُركا بمعهد لوريت لأبحاث الدماغ في طلسا، أوكلاهوما، ويدرس «انعدام التلذذ» anhedonia، أي عدم القدرة على الاستمتاع بأمور.. كالأنشطة الرياضية والجنسية والاجتماعية. وتوجد تلك الحالات في أمراض عقلية، كالاكتئاب، والفصام.

ويدرس فريق بودُركا مفهوم أن الدوائر العصبية المختلة بالدماغ يطلق إنتاج سيتوكاينات التهابية تسبب عدم التلذذ بتثبيط الحافز واللذة. ويخطط العلماء لسبر تلك الوصلات باستخدام تحليل التعبير الجيني والمسح الدماغي. ونظريًّا، إذا أمكن التعرف على تلك الآليات أو غيرها، يمكن اختبار المرضى من حيث وجودها وعلاجهم، سواء شُخّصوا بحسب الدليل، أو لم يشخصوا.

يذكر كُثبرت أن أحد التحديات الكبيرة هو إقناع المسؤولين بهيئات تنظيم الأدوية بمفهوم أن تصنيفات الدليل ليست الوسيلة الوحيدة لإثبات كفاية الدواء. ويقول إن المحادثات المبكرة حول المبدأ كانت إيجابية. وهناك أمور سابقة على ذلك.. فـ«الألم لا يعتبر اضطرابًا، لكن هيئة الغذاء الدواء (FDA) ترخّص إنتاج الأدوية المضادة للألم.

قد تكون هناك دلالة للعودة إلى لوحة الرسم عند العلماء، لكنها أين ستأخذ الإصدار الخامس للدليل؟

بشأن دراسة «الأبعاد»، يجدها معظم الغرباء (عن المجال) تماثل الإصدار الرابع للدليل. فقد ذكر كل من كوبفر، ورجيير أن كثيرًا من العمل حول «الأبعاد» لم يصل إلى صورته النهائية تَضَمَّنه قسم بالدليل، بقصد استدعاء مناقشة وبحث أكثر. ويضيف كوبفر قائلًا إن القصد من الإصدار الخامس للدليل (DSM-5) أن يكون «وثيقة حية» يمكن تحديثها مباشرة عبر شبكة الإنترنت بشكل أكثر تكرارًا مما كان سابقًا. وهذا سبب تحويل اللاحقة من الرقم اللاتيني V إلى العربي 5؛ فما صدر بشهر مايو هو إصدار الدليل DSM-5.0. وعندما تتعزز قاعدة الأدلة ـ ربما يكون ذلك نتيجة مباشرة لمشروع المعهد حول معايير المجال البحثي ـ سيتم تضمين منهج «الأبعاد» في الإصدار DSM-5.1، أو في الإصدار DSM-5.2.

ويتفق أهل الاختصاص على شيء واحد.. على أنّ نموذجهم الذي يُحتذى الآن لم يعد فرويد أو كريبَلِن، بل الثورة الجينية (الوراثية) الجارية في علم الأورام. وهنا، بدأ الباحثون والأطباء في تصنيف وعلاج السرطانات على أساس خريطة جينية مفصلة، بدلاً من جزء الجسم، حيث ينمو الورم. ويقول العاملون بمجال الطب النفسي إن علم الوراثة وتصويرالدماغ سيقومان بالدور نفسه في تشخيص الصحة العقلية، لكن ذلك سيستغرق وقتًا، وقد يتلقى جيل كامل تشخيصات معيبة قبل تطور العلم بشكل كافٍ يمكّنه من تسليم منهج التصنيف إلى التاريخ الإكلينيكي.

يقول كرَدّوك: «أتمنى أن أصبح قادرًا على إعطاء مريض (محتمل) بالاضطراب ثنائي القطب تقييمًا إكلينيكيًّا سليمًا. سأجري له تحليلاً للدم، وأبحث عن المخاطر الوراثية، وسأرسله لإجراء مسح للدماغ، وسأطلب منه التفكير في شيء بغيض نوعًا؛ لتمرين جهازه العاطفي». وسوف يمكن استخدام النتائج لتتبُّع السبب الكامن، كإشارة كيميائية إشكالية في الدماغ. ويتابع بقوله: «سأتمكن وقتها من تقديم نصيحة متصلة بنمط الحياة والعلاج». ويتوقف قليلًا، ليقول: «في الواقع، لستُ أنا الذي سأفعل ذلك؛ لأني سأكون حينئذ قد اعتزلت».■

ديفيد آدم محرر الافتتاحيات والأعمدة بدَوْرِيّة «نيتشر».

1. Dichter, G. S., Damiano, C. A. & Allen, J. A. *J. Neurodev. Disord.* **4,** 19 (2012).
2. Cross-Disorder Group of the Psychiatric Genomics Consortium *Lancet* http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(12)62129-1 (2013).
3. Craddock, N. & Owen, M. J. *Br. J. Psychiatry* **196,** 92–95 (2010).
4. Frances, A. *Br. J. Psychiatry* **195,** 391–392 (2009).
5. Kupfer, D. J. & Regier, D. A. *Am. J. Psychiatry* **168,** 672–674 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



RUTH MCDOWALL

عامل صحّي يقوم بتطعيم طفلة في بوتشي، نيجيريا.

الهدف المتحرِّك للقـاح شـلل الأطـفال

ربما يكون العثور على البدو في نيجيريا وتطعيمهم مِن آخِر العقبات التي يمكن مواجهتها، في سبيل القضاء على شلل الأطفال.

إوين كَلاويه

لا وجود لبيت (محمد أبو بكر) على أي خريطة حتى الآن، على الأقل. وللوصول إلى موقع إقامته في جزء قَفْر بشمال نيجيريا، سلَكَ أربعة عاملين بالشؤون الصحية الطرق الوعرة في سيارة «بيجو» قديمة لمدة ساعة، ثم ركبوا الدراجات النارية على مسارات ترابية ضيقة لمدة 30 دقيقة أخرى. وكانوا يتوقفون فقط عند ملاقاتهم لقطيع عابر من الماشية. وأخيرًا، وجدوا مجموعة من الأكواخ المبنية بالطوب الطيني، التي يعرفها بدو الفولاني الذين يعيشون هناك باسم «روجا».

«السلام عليكم».. قالها أردو بابَنجيدا، الزعيم التقليدي المرافِق للفريق. تحلّق الأطفال حول الزوّار، وطلب دانيال سانتونج ـ وهو طبيب بيطري يقود المجموعة ـ لقاء (أبو بكر)، ربّ الأسرة. وفي هذه الأثناء، سحبَ زميلٌ شابّ هاتفًا ذكيًّا، وحمّل إحداثيات المستوطنة في قاعدة بيانات نظام تحديد المواقع العالمي. وَصَلَ أبو بكر، مرتديًا سترة أرجوانية شاحبة وقبعة بيضاء، فأخبره سانتونج أنهم يحاولون القضاء على مرض شلل الأطفال بين الجماعات الرُّحَّل. شدّ أبو بكر على يدّ ضيفه مقدِّرًا، قائلاً إنه لا يستطيع أن يتذكّر المرة الأخيرة التي قَدِمَ فيها عاملون بالشؤون الصحية لتطعيم أولاده. إنها قصة اعتاد سانتونج وزملاؤه سماعها، برغم أن حملات التطعيم التي تنتقل من بيت إلى بيت تُرْسَل شبه شهريًّا إلى المنطقة.

NATURE.COM
لمشاهدة تقرير مصوَّر بالفيديو عن هذا الموضوع، طالع:
go.nature.com/evovt3

هذه المسارات الترابية هي الخطوط الأمامية لاجتثاث شلل الأطفال. فقد أثمرت الجهود العالمية التي استمرت ربع قرن بكلفة بلغت 10 مليارات دولار في خفض عدد حالات شلل الأطفال من مئات الآلاف سنويًّا إلى مئات فقط، لكنها تكافح الآن للقضاء على الفيروس في معاقله الأخيرة في باكستان وأفغانستان ونيجيريا، حيث لم يتوقّف انتقاله على الإطلاق. ومن بين هذه الدول، كانت نيجيريا هي الوحيدة التي شهدت زيادة في عدد الحالات بين عامي 2011 و2012. ويبدي خبراء الصحة العامة قلقهم مِنْ أنّ استعصاء الفيروس هنا سيمنع القضاء عليه عالميًّا، وسيؤدي في نهاية المطاف إلى عودة أوسع للمرض.

إنّ العوائق التي تحول دون اجتثاث شلل الأطفال في نيجيريا معقّدة وعديدة، إذ ليس هناك نظام معمول به

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لرعاية الصحة العامة، وبعض المسؤولين بالحكومة المحليّة ليسوا على درجة كافية من الالتزام بالأمر. وفي المراكز الحضرية بالشمال، يدفع عدم الثقة الواسع في الحكومة الكثيرَ من الآباء إلى رفض تطعيم أبنائهم. وما هو أكثر من ذلك، أن عددًا من العاملين بمجال شلل الأطفال قُتِلوا في فبراير الماضي ـ لأسباب مجهولة ـ بعيادات صحية في كانو، كبرى مدن شمال نيجيريا.

حدَّدَ علماء الأوبئة أحد العوائق التي يمكن التغلّب عليها بكلفة زهيدة وأمان: تحديد مواقع المناطق النائية وإحصاء سكانها، بما فيهم البدو الرُّحَّل رعاة الماشية، الذين يتحركون عبر المنطقة مع تغيُّر الفصول. إنّ السجلّات التي تعكس أعدادهم وتحركاتهم غير مكتملة، لكن يُعتقد أن أعدادهم تشمل مئات الآلاف من الأطفال الصغار، وكثير منهم لم يتلقوا على الإطلاق ـ أو ربما تلقوا ـ بعض جرعات لقاح شلل الأطفال المتعددة عن طريق الفم، المطلوبة لتحقيق الحماية الكاملة. ويقول أنصار هذا البرنامج إن البدو يمثّلون مستودعًا لمرض شلل الأطفال، وهم ينشرون المرض في جميع أنحاء البلاد أثناء تنقلاتهم. ولهذا السبب.. بادر البرنامج الوطني لوَقْف انتقال شلل الأطفال (N-STOP) في يونيو 2012، الذي تم تنظيمه من قِبَل المبادرة العالمية لاجتثاث شلل الأطفال (GPEI) بدعم من الحكومة النيجيرية، بالبدء في إحصاء قبائل بدو الفولاني وغيرهم من السكان الذين يصعب الوصول إليهم، كجزء من خطة عمل طوارئ عالمية ضد شلل الأطفال.

يقول فرانك ماهوني، عالِم الأوبئة المخضرم الذي يقود المشروع من أبوجا: «لن نتمكن من إنهاء مشكلة شلل الأطفال، ما لم نتمكن من حلّ مشكلة البدو غير المطّعمين، .. وإلا فلن نتمكن من القضاء على المرض».

عقبات على الطريق

في أحد أيام ديسمبر الماضي الحارقة صافية السماء، أخذ قطيع مؤلَّف من عدة مئات من الماشية الطريق الممتد بين ولايتي بوتشي وكادونا بشمال نيجيريا. كان الرجال يمشون إلى جانب أبقارهم وأغنامهم، في حين ركبت النساء والأطفال الدراجات النارية الزاحفة على الطريق. إنها ذروة موسم الجفاف، والمشهد ظمأ وجفاف، والجماعة تتجه جنوبًا للعثور على مرعى لمواشيها. ويُنْتَقَل بعد ذلك إلى لير، منطقة حكومة محلية (LGA) في كادونا، يقصدها عدد كبير من رعاة الفولاني كهؤلاء أثناء هجرتهم مرتين سنويًّا. وتعتبر لير إحدى عشرات «المناطق الأخرى مرتفعة الخطورة» التي تحاول فرق برنامج وقف انتقال شلل الأطفال تركيز جهودها عليها. لم يتم حتى الآن اكتشاف أي إصابة بشلل الأطفال هنا، لكن لير ليست بعيدة عن حدود كانو وبوتشي، اللتين سُجِّلت فيهما إصابات شلل الأطفال في العام الماضي.

غالبًا ما يشكّل الرُّحَّل وسكان المناطق النائية معاقل المرض، فقبائل البدو الصومالية ضمّت بعض الحالات الأخيرة من الجدري، وكان تطعيم القطعان بالبقع النائية من شرق أفريقيا أمرًا حاسمًا للقضاء على طاعون الماشية، الذي أُنجز في 2011.

في نيجيريا، يتلقى بدو الفولاني قليلًا من التعليم أو الرعاية الصحية من الحكومة. «لا أحد يعتني بهم. لا أحد يقدّم لهم الرعاية الصحية الأولية. لا أحد يتذكر حتى وجودهم»، حسب قول إندي وزيري، عضو أحد فرق برنامج وقف انتشار شلل الأطفال (N-STOP). وتضيف وزيري إنه عندما يقوم العاملون بالتطعيم ضد شلل الأطفال بزيارة مستوطناتهم البعيدة، فإنهم يعمدون إلى زيارة أول بيت



RUTH MCDOWALL

يهاجر كثيرٌ من بدو الفولاني مرتين سنويًّا، مما يشكِّل صعوبة لبرامج التطعيم في العثور عليهم.

يرونه من الطين (روجا) فقط، ولا يبحثون عن غيره بالجوار.

حقّقت نيجيريا تقدمًا كبيرًا ضد شلل الأطفال، بعد بدء برنامج اجتثاثه في 1996، لكن هذه الإنجازات انمحت في 2003، عندما دعا رجال دين مسلمون بولاية كانو الشمالية إلى مقاطعة لقاح شلل الأطفال، خشية أن تكون الحملة مؤامرة غربية هدفها تعقيم السكان. وسرعان ما أوقفت كانو وكادونا وغيرهما من الولايات الشمالية جميع حملات التطعيم ضد شلل الأطفال. وقد انتهت المقاطعة بعد عام واحد، لكن وقتئذ كان شلل الأطفال قد انتشر في شمال نيجيريا، بل وتسرَّب منها إلى الدول المجاورة، مثل الكاميرون، وساحل العاج، بعد أن كانتا قد هزمتا الفيروس فيما مضى. ومنذ ذلك الحين، حققت نيجيريا تقدمًا ضئيلًا ضد المرض. فقد انخفض الحالات من أكثر من 1000 في 2006 إلى 21 في 2010، قبل أن يرتفع مرة أخرى إلى 122 في السنة الماضية. وربما كانت هناك حالات أخرى عديدة لم يتم الكشف عنها.

أعطت المعارضة الدينية للقاحات بين السكان المستقرين طريقةً للرفض، مدفوعة بخيبة الأمل. يقول ديفيد هيمان،

تطعيم البدو: «إذا توجهنا إلى هذه المناطق؛ فسنحصل على نتيجة أكبر بكثير لجهودنا».

إنّ عدم وجود نظام فاعل للرعاية الصحية العامة مشكلة، حسب رأي هيمان، الذي يشير إلى أن دولاً مجاورة ذات كثافة سكانية بدوية كبيرة ـ مثل تشاد ـ تمكنت من وقف انتقال المرض بنجاح. ويقول إن «بلادًا أخرى لديها سكان مهاجرون تمكنت من إنجاز المهمة»، فالهند ـ على سبيل المثال ـ عرضت إجراء التطعيم ضد شلل الأطفال في محطات القطار؛ لكي تتمكن من الوصول إلى المهاجرين، وعرضت تشاد تقديم التطعيم ضد شلل الأطفال مع خدمات الصحة الحيوانية؛ لتشجيع بدو الفولاني ـ الذين يعتمدون على صحة مواشيهم ـ للمشاركة في الحملة.

وتم تصميم برنامج تعداد سكاني لحملة وقف انتشار شلل الأطفال (N-STOP) لدعم جهود التطعيم المستمرة، وذلك بكشف المناطق التي تحتاج إليه، وتوجيه الموارد وفرق التطعيم المحليّة نحوها. في الواقع، وتجنُّبًا للتداخل مع الجهود المحلية، لم تجلب فرق وقف انتشار شلل الأطفال كميات مخزون اللقاح معها إلى أنْ طلبت الحكومة الاتحادية

«هناك بلاد لديها سكان مهاجرون، تَمَكَّنَتْ من إنجاز المهمة»

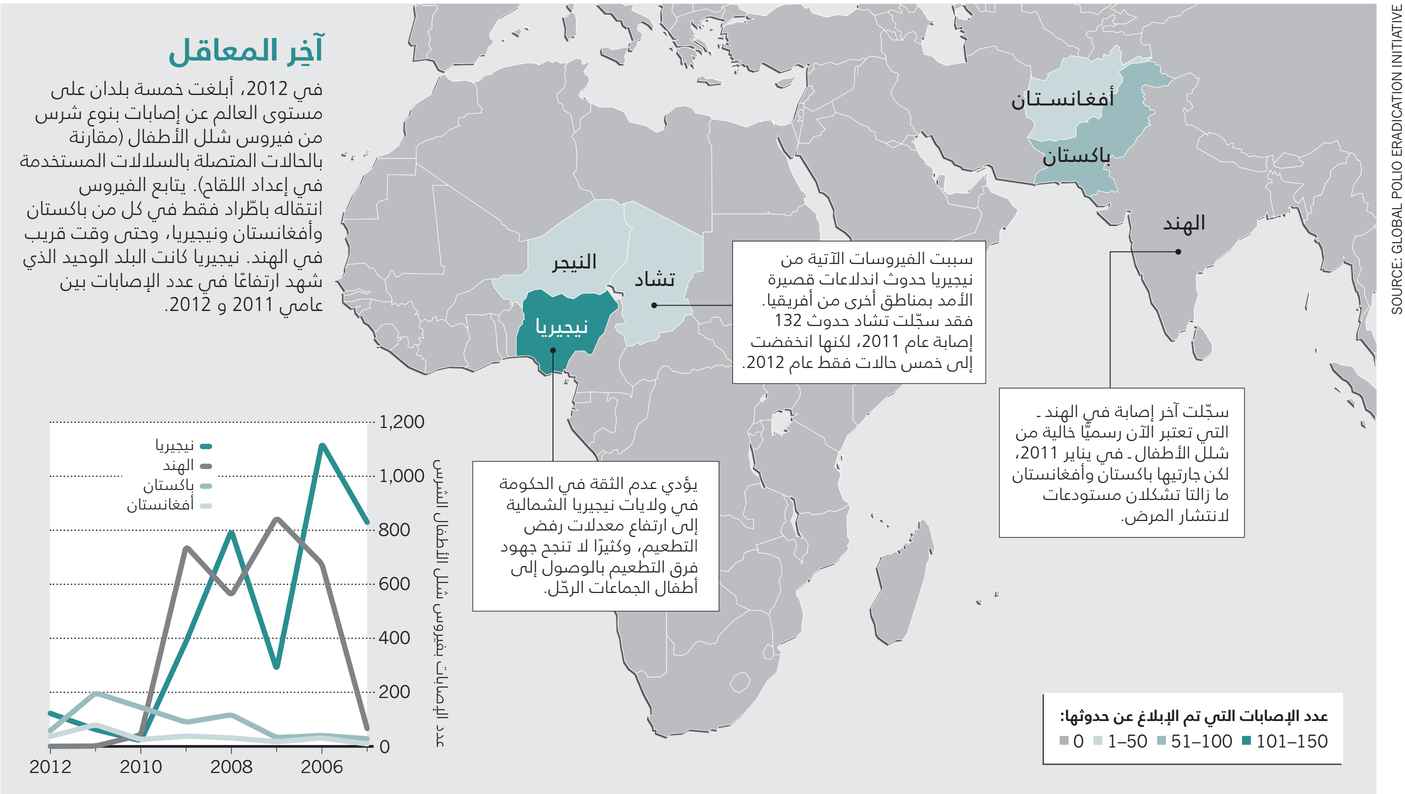
رئيس المجلس الاستشاري لهيئة الصحة العامة بإنجلترا، والرئيس السابق لجهود القضاء على شلل الأطفال بمنظمة الصحة العالمية (WHO): «الناس بحاجة إلى أمور أخرى غير التطعيم ضد شلل الأطفال». ويضيف: «إنهم لا يستطيعون أن يفهموا السبب وراء قدوم الناس مرة كل شهر لإعطائهم التطعيم، بينما يريدون فيه الحصول على علاجات لأطفالهم من الحمى أو الإسهال».

أما البدو، فنادرًا ما يرفضون تطعيم أطفالهم ضد شلل الأطفال، وهم حريصون على الحصول على خدمات صحية وبيطرية أخرى. يقول تشيما أوهوابُنوو عالم الأوبئة النيجيري بكلية طب مورهاوس في أتلانتا، جورجيا، والمتفرغ للعمل حاليًا منسّقًا ميدانيًا لمشروع

ذلك منها. ومنذ شهر أغسطس، كشفت المسوح التي أجراها برنامج وقف انتشار شلل الأطفال أكثر من 32 ألف مستوطنة وسجلت أكثر من 700 ألف طفل، منهم حوالي 40 ألفًا لم يتلقوا تطعيمًا ضد شلل الأطفال مطلقًا.

ورغم أن نسبة تتجاوز 3% قليلاً من بين 122 حالة شلل أطفال ورد ذكرها في تقرير العام الماضي بنيجيريا كانت بين أطفال رُحَّل، إلا أن الفرق اكتشفت أكثر من 100 إصابة محتمَلة لم يتم الإبلاغ عنها، ممّا يدعم فكرة أن البدو يشكلون حلقة مهمة في سلسلة انتقال العدوى. وعندما لا تكون جماعات البدو الفولاني في هجرات طويلة، تكون بحالة تفاعل مع أشخاص آخرين في الأسواق. وأكثر من ثلث حالات شلل الأطفال المؤكدة في 2012 كانت بين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أطفال يعيشون قرب مجتمعات بدوية. ومسارات هجرة البدو هي النقاط الساخنة التي تعاني من تغطية منخفضة بالتطعيم، وفقًا لبيانات المراكز الأمريكية للسيطرة على الأمراض والوقاية منها (CDC) بأتلانتا، جورجيا. يقول ماهوني إن الدراسات الاستقصائية هي «حقًّا استراتيجية لم تكن موجودة في صندوق الأدوات لفترة طويلة، وهناك حاجة إلى استكمالها بسرعة»، لكنه يلاحظ أيضًا أن هذا المشروع هو عمل يجري باستمرار. أما إيمانويل موسى، منسّق منظمة الصحة العالمية في لير، فليس متيقِّنًا من أن فريق التطعيم العامل في دائرته سيتمكن من الوصول إلى جميع المجتمعات البدوية التي تكتشفها فرق وقف انتشار شلل الأطفال، نظرًا إلى «عدم كفاية التمويل»، كما يقول.

«لو طرقنا هذه المناطق؛ سنحصل على نتيجة أكبر بكثير لجهودنا»

وفي متابعة للأمر، جرت في ديسمبر، تساءل فوريراتو زكاري، منسّق منظمة الصحة العالمية بولاية كادونا، عما إذا كانت بيانات الخرائط تكفي للسماح لعمال الشؤون الصحية بتحديد مواقع مجتمعات البدو الرُّحّل. تقول زكاري: «يجب إظهار أماكن وجود المستوطنات، وليس مجرد تسجيلها»، موجِّهةً خطابها إلى أولانيران ألابي، المنسّق الميداني للبرنامج في كادونا. وتشكو زكاري من أنّ برنامج وقف انتشار شلل الأطفال لا ينسِّق أنشطته يومًا بيوم مع السلطات الصحية المحلية، مما قد يسبب ارتباك الجهود وتكرارها.

قد يفسّر النطاق الهائل للمبادرة العالمية للقضاء على شلل الأطفال (GPEI) بعض التوترات. فقد أصبحت جهود المؤسسات العامة والخاصة، التي تشمل منظمة الصحة العالمية، والمراكز الأمريكية للسيطرة على الأمراض والوقاية منها، وصندوق الأمم المتحدة للطفولة، ومنظمة الروتاري الدولية، ومؤسسة بيل وميليندا جيتس، تمثل المبادرة الصحية الأعلى تكلفةً في العالم، وتُعَدّ من بين أطولها أمدًا. فمنذ أن بدأت في عام 1988، فشلت في إنجاز وقف انتقال المرض بحلول ثلاثة مواعيد نهائية: 2000، و2005، و2012. وهي تنفق الآن نحو مليار دولار سنويًّا في محاولة حصار آخر مَعاقِل المرض المتبقية.

أسباب التفاؤل

رغم كل شيء.. يبقى المنظِّمون متفائلين بكسب الحرب ضد المرض. فلطالما اعتُبرت الهندُ ساحةَ المعركة الحاسمة بالنسبة للمبادرة، نظرًا إلى أن ارتفاع كثافتها السكانية، وسوء الصرف الصحي بها، وفّرا ظروفًا مثالية لانتشار الفيروس، لكنها احتفلت في يناير الماضي بمرور عامين على عدم تسجيل إصابة بشلل الأطفال. وشهدت كل من باكستان وأفغانستان انخفاضًا كبيرًا في أعداد الإصابات بين عامي 2011 و2012 (انظر: «آخر المعاقل»)، رغم تحديات أمنية هائلة حَدَّت من نطاق حملات التطعيم.

يقول المسؤولون بالبرنامج في نيجيريا إن الحكومات الوطنية وإدارات الولايات تبدي التزامًا متزايدًا باجتثاث المرض، لكن التراخي والفساد ما زالا منتشرين بين المسؤولين عن حملات التحصين المحلية. فمثلاً، في أكتوبر 2012، تم طرد عشرات المسؤولين بولاية كانو، لأنهم كانوا ينظرون إلى برنامج اجتثاث المرض باعتباره «مشروعًا لكسب المال»، حسب قول حاكم الولاية، رابيو موسى كوانكوَسو.

لن يحل إحصاء البدو وتطعيمهم كافة مشاكل شلل الأطفال في نيجيريا، لكنه أسهل تحقيقًا من معالجة الإرهاب المحلي، ورفض اللقاح، وغير ذلك من التحديات.

ولمّا سُئل ماهوني عن طريقة قياس برنامج وَقْف انتشار الشلل لنجاح برنامج تطعيم البدو الرحّل، قال ببساطة: «وقف انتقال شلل الأطفال هو المؤشر الكبير»، لكنه يشير أيضًا إلى آلاف المستوطنات، تم تعيين مواقعها، وأطفال تم إحصاؤهم حتى الآن. ومؤخرًا، سجّلت نيجيريا 11 إصابة بشلل الأطفال لهذا العام. وكانت قد سجلت 17 إصابة في الفترة نفسها من العام الماضي. وتعهد الرئيس جودلَك جوناثان بجعل هذا العدد (صفرًا) قبل انتهاء فترة ولايته في 2015. ويبدو أن مايكل جالويه ـ المسؤول عن البرنامج بمؤسسة بيل وميليندا جيتس في سياتل، واشنطن ـ متفائل بنتيجة الدفع نحو الوصول إلى سكان المناطق النائية، التي بدأت تؤتي ثمارها. يقول جالويه: «كان العمل بمشروع البدو مفيدًا للغاية في تنبيه الأعين لبرنامج [اجتثاث الشلل]».

يمكن أن يشكّل المشروع النيجيري دروسًا للجهود المستقبلية لاجتثاث الأمراض (التطعيم ضد الحصبة موجود ببعض جداول الأعمال)، ويرجّح أن يرتكز على الوصول إلى السكان الرُّحَّل، والمناطق النائية. إنّ توجيه جهود التطعيم لاستهداف أطفال البدو الرُّحَّل هو الاستراتيجية الصحيحة، حسب قول بول رُتّر، المتحدث باسم مجلس المراقبة المستقل، الذي تأسس في عام 2010 لتقييم الجهود العالمية لاجتثاث شلل الأطفال. إنّ الناس التي وراء هذه الجهود هم الذين سيثبتون في نهاية المطاف نجاحه. «هذا النوع من التصميم الدؤوب للوصول إلى آخر طفل هو الذي سيخلِّص نيجيريا من شلل الأطفال». ■

إوين كَلاويه يكتب لدَوْرِيّة «نيتشر» من لندن.

تعليقات





ANDREW RAE

الاحتفال بما نجهله

«في الذكرى الستين للشريط الحلزوني المزدوج، علينا أن نعترف بأننا لا نفهم تمامًا كيفية عمل التطور على المستوى الجزيئي» **فيليب بول.**

تم الاحتفال في الأسبوع الأخير من شهر إبريل الماضي بذكرى اليوبيل الماسي لاكتشاف البنية الجزيئية للحمض النووي، وكيف بدأ «العصر الجينومي» على يد كلٍّ من فرانسيس كريك، وجيمس واطسون ومعاونيهما، عندما اكتشفوا جميعًا كيف تُختَزَن المعلومات الوراثية على هذا الشريط الحلزوني المزدوج، إلّا أن السرد التقليدي عن أنّ بحثهم ـ الذي نُشِرَ في دورية «نيتشر» في عام 1953 ـ أدَّى إلى «مشروع الجينوم البشري»؛ فكانت بداية نشوء الطب الشخصي المفصَّل حسب احتياجات كل فرد، هو أمرٌ مضلِّل، تمامًا مثل السرد الشعبي الشائع لوظيفة الجين التي تقول بترجمة تسلسل الحمض النووي إلى بروتينات تنعكس في صورة خصائص أو أنماط ظاهرية للكائن.

ستون عامًا مضت على هذا الاكتشاف، وما زال موضوع تعريف الجين مثار جدل محتدم. إننا لا نعرف ما هو دور معظم الحمض النووي في أجسامنا، ولا كيف يقوم بهذا الدور، وحتى الآن لم نفهم تمامًا كيف يتم التطور على المستوى الجزيئي.

يبدو لي هذا أمرًا مثيرًا، وربما مشابهًا للاكتشاف الفلكي الذي حدث في عام 1998، القائل بأن نمو الكون يتسارع، ولا يتباطأ.. ذلك الاكتشاف الذي ضرب بعرض الحائط كل ما كان يَعتقِد فيه الفلكيون منذ أواخر العشرينات حول انكماش الكون. ورغم استمرار جدال المتخصصين حول ما قد تعنيه الاكتشافات الأخيرة، ما زال الخطاب المنتشر بخصوص علم الجينوم والحمض النووي وعملية التطور لم يتغير، وما زال الجمهور يُلَقَّن بأن الحمض النووي متفرد، ولا مثيل له.

تتضح حاليًا الصورة الأكثر تعقيدًا، وتطرح معها أسئلة، يستطيع ـ بالكاد ـ شخصٌ دخيلٌ مثلي فهمها، لكنّي أعرف أن الرواية المحبوكة عن الحمض النووي، وكيف أنه يجعل الحمض النووي الريبوزي يصنع البروتين، هي رواية منقَّحَة إلى حد التشويه، ولم يعد يكفي معها اعترافات الأخصائيين بأنها أعقد مما كانوا يتوقعون، وإنما يجب الآن أنْ تكون هناك اعترافات جريئة وقوية، نحتفل من خلالها بالمجهول الذي نعلم أننا نجهله.

الجدال حول الحمض النووي

يمكننا أن نتقبل أن يقوم طالب صغير بتَبَنِّي التصور البدائي البسيط الذي وقع عليه في أحد كتبه الدراسية ـ والذي ابتكره في عام 1960 كريك وآخرون ـ بأن المعلومات تتوالى بشكل خطي يمكن تتبعه من متسلسل الحمض النووي إلى الحمض النووي الريبوزي الناقل إلى البروتين؛ لتشكِّل أخيرًا أنماطًا ظاهرية، وأنْ يُتَبَنَّى هذا التبسيط كأساس صلب لثورة علم الجينوم.

وعلى الرغم من أن نظرية دارون للانتقاء الطبيعي ◄

هي المحرِّك الأساسي للكثير، وربما لمعظم التغيرات التطوُّرية، إلا أنه عادة ـ ومن غير الواضح ـ عند أيّ نمط ظاهري يؤدي الانتقاء وظيفته، وبشكل خاص على المستوى الجزيئي.

لنأخذ على سبيل المثال.. مشروع «موسوعة عناصر الحمض النووي» ENCODE؛ وهو اتحاد بحثي، أطلقه معهد الولايات المتحدة لبحوث الجينوم البشري في بيثيسدا بميريلاند. شرع الباحثون مع بداية عام 2003 في رسم خريطة تحدِّد أي أجزاء من الصِّبغيّات «الكروموسومات» البشرية يتم نسخها، وكيف يتم تنظيم هذا النسخ، وكيف يؤثر عليها الشكلُ الذي يوجد عليه الحمض النووي في نواة الخلية. أظهرت[1] المجموعة في العام الماضي أن للجينوم البشري دورًا أكبر بكثير مما تعبِّر عنه نسبة الـ1% من الحمض النووي، التي تضم ما يعادل 20 ألف جين مرمز البروتين، مخالفًا بذلك الفكرة القديمة القائلة بأن معظم الجينوم لا أهمية له. ويتم على الأقل نسخ 88% من الجينوم إلى حمض نووي ريبوزي .

يقول بعض علماء الوراثة والتطور إنّ كل هذا النَّسخ الزائد قد يكون مجرد زيادة غير فعالة، لا علاقة لها بالتطور[2]. واستنادًا إلى ما توصلوا إليه من أنّ الوظائف التنظيمية مرتبطة ببعض ناسخات الحمض النووي الريبوزي غير المرمّزة، طرح فريق «موسوعة عناصر الحمض النووي» أنه ـ على الأقل ـ بعض هذه النسخ يمكن أن توفر مستودعًا من الجزيئات، لها وظائف تنظيمية، أي أنه تجمُّع من المتغيرات «المفيدة». ويقترح باحثو «موسوعة عناصر الحمض النووي» ـ على قدر غرابة الفكرة للبعض ـ اعتبار وحدة النسخ هي الوحدة الأساسية للوراثة، حيث لا يمثل الجين مجرد جزء من الحمض النووي، وإنما يمثل مفهومًا تراتبيًّا أعلى، يضم كل عمليات النسخ التي تسهم في ظهور خصلة[3] نمطيّة ظاهرية.

يقول باتريك فيليب ـ عالِم الأحياء التطورية في جامعة أوريجون في يوجين ـ إن مشاريع مثل «موسوعة عناصر الحمض النووي» تبيِّن للعلماء أنهم لا يعرفون حقًّا كيف يتحول النمط الجيني إلى نمط ظاهري، أو كيف تعمل القوى الجينية لتشكِّل أيَّ جينوم بعينه.

رَمْزٌ معقَّد

تشترك «موسوعة عناصر الحمض النووي» ـ فيما توصلت إليه مع اكتشافات أخرى ـ في تقويض المعتقَدات القديمة.. فعلى سبيل المثال.. بمقدور التعديلات الجزيئية اللاجينية للحمض النووي ـ كإضافة مجموعة ميثيل ـ أن تؤثر على فعالية الجينات، دون تغيير تسلسلها النيوكليوتيدي. ومعظم هذه المعلِّمات الكيميائية التنظيمية تورَّث، بما فيها تلك التي تتحكم في استعداد الإصابة بالسكري، والأمراض القلبية الوعائية[4]. ويمكن أيضًا لشكل الهيكل الفراغي للكروموسومات أن يقوم بتنظيم الجينات، وهو يتأثر بدوره بالمعلِّمات اللاجينية. ولقد عُرِفت هذه التأثيرات منذ فترة طويلة، لكن يبدو أن سيطرتها وانتشارها أقوى من المتوقع[5].

ثمة مصدر آخر للغموض في علاقة النمط الجيني بالنمط الظاهري، يأتي من الطريقة التي تعمل فيها الجينات ضمن شبكات معقدة. على سبيل المثال.. قد تؤدي عدة شبكات جينية مختلفة هيكليًّا إلى ظهور الصفة نفسها، أو النمط الظاهري نفسه[6]. وهناك أيضًا احتمال لظهور أنماط ظاهرية جديدة حية، يُحتَمَل تفوُّقها عن طريق تعديل لشبكات تنظيمية، هو أكبر من احتمال ظهورها عن طريق تعديلات مجازفة لتسلسل[7] البروتين المرمّز. يظل هذا بشكل ما انتقاءً طبيعيًّا، يختار الأفضل من بين تعديلات عشوائية، لكن ليس على مستوى تسلسل الحمض البشري نفسه.

إحدى تبعات هذه العلاقة بين النمطين، الجيني والظاهري، احتمالية فرضه لبعض التقييد على عملية الانتقاء الطبيعي. فإذا كان النمط الظاهري نفسه ينتج عن شبكات جينية عديدة متشابهة التركيب، فقد يستغرق ظهور نمط ظاهري «أقوى وأكثر ملاءمة» وقتاً طويلاً[8]. وبديلًا عن ذلك.. يمكن للطفرات أن تتراكم، دون التخلص منها بالانتقاء الطبيعي، وذلك بفضل حيوية وقوة الشبكات في الحفاظ على نمط ظاهري معين. يمكن أن يخفي هذا التنوعُ حلولَ بعض التوتر البيئي، سامِحًا بظهور تكيُّفات جديدة[9]. هذه الأنواع من القيود والفرص غير مفهومة، ولا تساعد نظريةُ النشوء والارتقاء العلماءَ على التنبؤ برؤية أي أنواع الشبكة الجينية في سياق واحد.

> «إن تصوير التطور بهذا الشكل البدائي المبسَّط يشجِّع ـ وفق المبدأ نفسه ـ على تبسيط الهدم»

ما زال الباحثون مختلفين بشأن ما إذا كان الانتقاء الطبيعي هو المحرِّك السائد للتغيير الجيني على المستوى الجزيئي. فقد قام عالِم الوراثة التطوُّريّة، مايكل لينش ـ من جامعة إنديانا في بلومينتون ـ من خلال النماذج بإظهار كيف يمكن للانحراف الجيني العشوائي أن يلعب دورًا رئيسًا في تطور الملامح الجينومية، ومن ذلك ـ على سبيل المثال ـ بعثرة أقسام غير مرمّزة، يُدعى واحدها (إنترون)، عبر تسلسل البروتين المرمّز. كما أظهر أن الانتقاء الطبيعي ـ عوضًا عن تحسينه للقوة والملاءَمة ـ قد يولِّد تراكمًا زائدًا من «دفاعات» جزيئية، مثل الأنظمة التي تستشعر وجود مشاكل بطريقة طَيّ البروتينات[10] . وفي أحسن الأحوال، يمكن لهذا أن يكون عبثاً. أمّا في أسوأ الأحوال، فإنه يكون كارثيًّا.

بالاختصار.. ما زالت الصورة الحالية عن كيف وأين يعمل التطور، وكيف يشكل هذا الجينومَ، صورة مشتتة. وهذا ليس نقدًا، وإنما هو تصويت بالثقة في الحالة الصحية والديناميكية لعلميّ الأحياء التطوُّريّة، والأحياء الجزيئية.

مشكلة مشتركة

لا يصل إلى الجمهور من هذا الجدال المحتدم سوى همسة خافتة. ولنأخذ ما كتبه عالِم تطور الأحياء، ريتشارد دوكينز، في مجلة «بروسبيكت» العام الماضي، واصفًا الجين «بوضعه الفريد كوحدة للانتقاء الدارويني». وهذا ما يكرِّس الصورة التي بلغ عمرها عقودًا، صورة امتداد ذاتيّ من الحمض النووي الذي ينسخ نفسه، دون أي دلالة على أن الانتقاء الطبيعي يعمل على كل مستويات التراتب البيولوجي، بما في ذلك مستوى مجتمعات الكائنات المنظمة[2]، أو أن فكرة الجين ـ في حد ذاتها ـ أصبحت معضلة.

لماذا كل هذا النفور من الاعتراف بالتعقيد؟ قد تكون العاطفة هي أحد المعوقات، إذ إنّ علم الأحياء معقد لدرجةٍ قد يكون من الصعب معها التخلي عن فكرة الوعد بوجود آليّة أنيقة ومركزية. ففي علم الفلك مثلًا، قامت حقيقة واحدة قاسية (تسارُع نمو الكون) بإعادة كتابة الحبكة من أولها، لكن في علم التطور الجزيئي ثمة أفكار قديمة ـ مثل أهمية الانتقاء الطبيعي، والميل العشوائي في قيادة التغيير الجيني ـ تتصارع الآن مع أسئلة عن الحمض النووي الريبوزي غير المرمز، ونظرية شبكة الجينوم واللاجينية. ما زلنا لا نعرف ما هي الرواية التي علينا أن نسردها بعد.

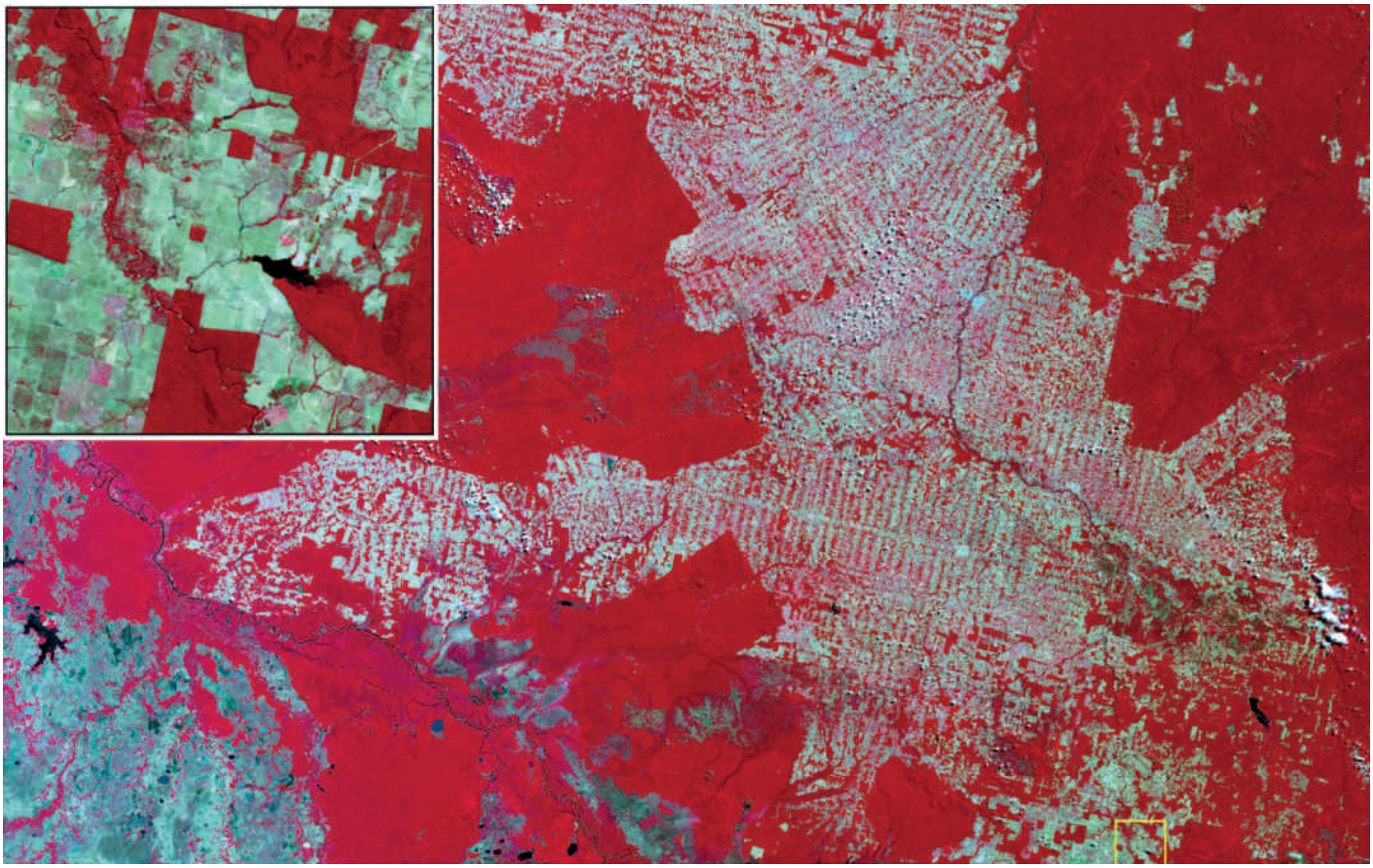
بالإضافة إلى هذا.. ليس من السهل ـ بعد مشروع الجينوم البشري، الذي وعدنا من جملة ما وعد بـ«إعادة هيكلة الإنسان» ـ أن نواجه هذا الشك وعدم المعرفة اليقينية. من الممكن أن نراجع أفكارنا عن الكون، لكن ليس من السهل الاعتراف بأننا لسنا قريبين من فهم أنفسنا، كما كنا نعتقد.

قد يكون هناك جزء من أن يقوم الساعون إلى التقليل من أهمية الجينوم باستغلال أي اعتراف بعدم المعرفة الكاملة عنه. وبالتأكيد رَوَّج مشروع «موسوعة عناصر الحمض النووي» ـ إلى جانب علِم الوراثة اللاجينية ـ للانعكاسات التطورية لأبحاثه أكثر مما روّج للانعكاسات التنموية، لكننا ناضجون بما يكفي لاستيعاب الحقيقة، وما يدور من جدال وشكوك ومناقشات تترك «عصر الجينوم» الموعود مبهمًا ومحاطًا بالمزيد من الأسئلة، عوضًا عن الأجوبة. إن تصوير التطور بهذا الشكل البدائي المبسط يشجع ـ وفق المبدأ نفسه ـ على تبسيط الهدم.

وعندما تم الكشف عن بنية الحمض النووي، اتضح أنها الجزء الأنيق الجميل الناقص لحل اللغز.. ذلك الحل الذي بدأ مع تشارلز داروين، وجريجور مندل، لكن ثبت أن هذه الصورة ليست بهذه البساطة، وأنّ علينا ـ بمناسبة اليوبيل الماسي لاكتشاف تركيب الحمض النووي ـ أنْ نقدم له معروفًا بأنْ نرفع عن (كاهله) المسؤولية الرهيبة عن تعقيدات الحياة. ■

فيليب بول كاتب بالمراسلة، متخصص في العلوم، يقيم في لندن.
البريد الإلكتروني: p.ball@btinternet.com

1. The ENCODE Project Consortium *Nature* **489,** 57–74 (2012).
2. Doolittle, W. F. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** 5294–5300 (2013).
3. Djebali, S. *et al. Nature* **489,** 101–108 (2012).
4. Jablonka, E. & Raz, G. *Q. Rev. Biol.* **84,** 131–176 (2009).
5. Mattick, J. S. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 16400–16401 (2012).
6. Wagner, A. *Trends Genet.* **27,** 397–410 (2011).
7. Mattick, J. S. *FEBS Lett.* **585,** 1600–1616 (2011).
8. Wagner, A. *Trends Ecol. Evol.* **26,** 577–584 (2011).
9. Jarosz, D. F. & Lindquist, S. *Science* **330,** 1820–1824 (2010).
10. Lynch, M. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 18851–18856 (2012).



UK-DMC2/DMC INTERNATIONAL IMAGING

صورة من القمر الصناعي UK-DMC2 تُظْهِر مساحات الغابات في منطقة الأمازون في البرازيل باللون الأحمر، والمساحات التي أزيلت منها الغابات باللون الأخضر (التفاصيل تتضح في الصورة المصغرة).

اختيار الأقمار الصناعية لرصد إزالة الغابات

يهدد الاحتطاب غير الشرعي الغابات المدارية ومخازن الكربون. ولذلك.. على الحكومات أن تعمل معًا لبناء نظام للإنذار المبكر، حسبما يقول **جيم لينش** وزملاؤه.

تسهم عملية إزالة الغابات المدارية بحوالي 12% من مجمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية الناجمة عن الأنشطة البشرية عالميًّا[1]. ويكلِّف الاحتطاب غير الشرعي الدولَ عشرات مليارات الدولارات سنويًّا. ومع أن الحكومات تقوم بتوقيع اتفاقيات عديدة لإيقاف هذا التدمير، لا توجد حتى الآن خطة متكاملة لرصد حالة الغابات المدارية، سواءً على النطاق اللازم، أم الفترة الزمنية اللازمة لتحقيق ذلك.

ويتم حاليًا التفاوض حول مَنْح حوافز لتنفيذ إطار عمل برنامج الأمم المتحدة «تقليل الانبعاثات الناجمة عن إزالة الغابات، وتدهورها» +REDD، وتوسعة نطاقه؛ ليتضمن الحماية والإدارة المستدامة، وتحسين مخازن الكربون في الغابات. وتقوم اللجنة الحكومية المعنيَّة بتغيُّر المناخ IPCC التابعة للأمم المتحدة أيضًا بتطوير خطط للاستشعار عن بُعْد في الغابات؛ لتتم مناقشتها في «مؤتمر الأطراف المعنيّة التاسع عشر» COP-19 لـ«اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية لتغير المناخ» UNFCCC، الذي سوف يُعقد في مدينة وارسو في شهر نوفمبر القادم.

توفِّر الأقمارُ الصناعية الوسيلةَ الوحيدة لرؤية مساحات شاسعة من الغابات بشكل منتظم، حيث تغطي الغابات المدارية حوالي نصف مساحة اليابسة بالكرة الأرضية، لكن لم يتم حتى الآن اتخاذ القرارات الرئيسة حول أنظمة المراقبة الأرضية التي سيتم استخدامها، وكيف يمكن رصد بيانات الغابات، والتحقق منها؛ والتبليغ بها. من وجهة نظرنا.. فإن الاستراتيجيات التي تم تقديمها حتى الآن تعتبر هزيلة جدًّا وبطيئة، وهذا ما يجعل من شبه المستحيل تحديد الضرر الذي يحدث في الغابات قبل سنة على الأقل بعد حدوثه.

نحن نعتقد أننا نحتاج إلى نظام للإنذار المبكر؛ ليسمح للسلطات بوقف الاحتطاب الجائر غير الشرعي بسرعة. هناك نوعان من الاستراتيجيات المطلوبة لتحقيق ذلك: أولًا، إطلاق منظومة من الأقمار الرادارية الجديدة الخاصة بالغابات المدارية، التي يمكن لها أن «ترى» من خلال السُّحُب؛ لرصد الغابات العالمية يوميًّا. وثانيًا، من الضروري وجود خطة لجَعْل الأقمار الصناعية الحالية تسهم في تقييم مخازن الكربون في الغابات عدة مرات في السنة، وذلك لتوثيق التباينات الموسمية.

لذا.. كان على مجموعة عمل «+REDD» ـ التي اجتمعت في بون بألمانيا من 29 إبريل إلى 3 مايو 2013 ـ الاتفاق على منظومة عالمية للرصد، تتميز بالشمولية والاستجابة السريعة في وقت مناسب؛ ليتم التصديق عليها في «مؤتمر الأطراف المعنيَّة التاسع عشر».

رَصْد واقعي

يعتمد أكثر من مليار شخص في العالم على الغابات في سبل معيشتهم. وتقدَّر عائدات الاحتطاب غير ◄

الشرعي بحوالي 30-100 مليار دولار سنويًّا، بينما تخسر الحكومات حوالي 10 مليارات سنويًّا من عائدات الضرائب[2]. ومن المقدَّر أيضًا أن كميات الخشب المسروق تؤدي إلى تخفيض أسعار الأخشاب في العالم بنسبة 16%.

بالإضافة إلى مواجهة هذه الخسائر.. فإن تنفيذ برنامج «REDD+»، وتخفيض نسبة إزالة الغابات إلى النصف بحلول عام 2050 سيمنعان انبعاث 50 بيتا جرام من الكربون إلى الغلاف الجوي[3,4]؛ وهذا ما سيؤدي إلى منع حدوث ارتفاع محتمَل في درجة الحرارة بمعدل 0.14 درجة مئوية. تُعتبر هذه الخطوة صغيرة، لكنها مهمة جدًّا نحو تخفيض المزيد من انبعاثات الكربون.

سوف يتطلب تنفيذ برنامج «REDD+» رصد الكثير من أوجه دورة الكربون، ومنها الغطاء الشجري، وانبعاثات الكربون من قطع الأشجار. وهناك أيضًا حاجة إلى تقييم حالة صحة الغابات من خلال تحليل تغيرات الألوان الناجمة عن فقدان الكلوروفيل. كما تجب إضافة الكتلة الحيوية والمادة العضوية الميتة والتربة إلى موازنة الكربون.

إن معرفة كيفية حدوث التغيرات في استخدام الأراضي أمرٌ ضروري؛ لتبيان قدرات الغابات على تخزين الكربون. على سبيل المثال.. تؤدي سياسة إندونيسيا الرامية إلى تحويل 91 مليون هكتار من الغابات المدارية إلى مزارع لزيت النخيل إلى تخفيض قيمة هذه الأراضي، حسب معايير «REDD+»، لأن كمية أقل بكثير من الكربون سيتم تخزينها في النوع الجديد من استخدام الأراضي. وقد تم فقدان حوالي 72% من الغابات الأمامية في إندونيسيا بسبب هذه السياسة.

يمكن للأقمار الصناعية البصرية والرادارية ـ التي تعمل على رصد أماكن مختلفة الطيف الكهرومغناطيسي ـ أنْ تسهم في مراقبة كل هذه الخصائص، لكن الحكومات والمؤسسات الدولية كانت بطيئة في مساعيها لبلورة مبادئ توجيهية مشتركة لتنفيذ تلك المراقبة، والاتفاق عليها. هذا.. وبدون التكنولوجيا الصحيحة، أو معايير تقييمية مقبولة على المستوى العالمي؛ سيتم إهدار مليارات الدولارات على مشاريع لا تحقق النتائج المرجوة منها.

لقد ركّز الاتحاد الأوروبي على منع الاحتطاب غير الشرعي، بدلًا من تحديد كيفية جمع المعلومات حول الغابات من الدول التي وقَّعت على بنود قانون الغابات في الاتحاد الصادر عام 2005، المتعلق بتطبيق القانون والحوكمة وتنظيم التجارة. وقد أدَّى ذلك إلى تنامي الطرق غير المتجانسة لجمع المعلومات، كما أنه لا توجد هناك خطة لأرصدة الكربون في برنامج «REDD+» يتم قبولها في خطة الاتحاد الأوروبي للمتاجرة بالانبعاثات.

وقد نشرت بعض المجموعات مبادئ إرشادية مقترَحة للرصد عن طريق الأقمار الصناعية؛ لخدمة برنامج «REDD+»، ومنها منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، ومجموعة مراقبة الأرض، تحت مسمى «مبادرة مراقبة الغابات الدولية». ومن وجهة نظرنا.. تفتقر هذه التقارير إلى الطموح والفهم الحقيقي للإمكانية الكامنة في الأقمار الصناعية. هناك مجموعة أخرى ـ وهي لجنة الأقمار الصناعية المراقِبَة للأرض، على سبيل المثال ـ تتوقع إنتاج مسح بصري واحد سنويًّا، وهو غير كافٍ لمتابعة التغيرات الموسمية في مخازن الكربون في الغابات.

لتحقيق تغطية سنوية مناسبة، يجب أن يتم أخذ القياسات البصرية على الأقل مرة كل أسبوع، أو أسبوعين. ومن أجل اكتشاف الاحتطاب غير الشرعي، يجب أن تكون التغطية أكثر تواترًا، حيث يجب إجراء القياسات بشكل يومي، كحدٍّ أدنى، مع تحليل البيانات بطريقة أسرع من معدلها الشهري الحالي. وإذا أردنا حماية الغابات المدارية؛ فيجب علينا أن نتجه إلى ما هو أبعد من رسم خرائط الضرر بعد حدوثه، بتقديم إنذار مبكر.



SIGIT PAMUNGKAS/REUTERS

يكلِّف الاحتطابُ غير الشرعي إندونيسيا مليارات الدولارات.

نحو المستقبل

إن الحكومات و«الهيئة الدولية المعنيَّة بتغيُّر المناخ» في حاجة إلى تَقَبُّل حقيقة أنّ الأقمار الصناعية هي الطريقة الوحيدة ذات الفعالية والمصداقية لتوفير المعلومات التي من شأنها مساعدة برنامج «REDD+»[5,6]. ويجب أن تكون هذه التوجهات منصوصًا عليها في القانون الدولي، عن طريق «الاتفاقية الإطارية لتغيُّر المناخ»، ويتم توثيقها بشكل تفصيلي. وعلى الحكومات أن تلتزم بتأمين وصيانة أنظمة مراقبة الأرض عبر الأقمار الصناعية؛ للقيام بمهامّها الخاصة بالرصد.

وتعمل الأقمار الصناعية ذات الاستشعار عن بُعْد ضمن نطاقين طيفيَّيْن، هما: النطاق البصري، والنطاق الراداري. وتُعتبر المجسّات البصرية بمختلف ألوانها حساسةً تجاه شدة خضرة الغطاء النباتي وكثافته، وكذلك نسبة الغطاء الشجري، ونوع الغابات. ويمكن لهذه المجسّات أن تغطي ملايين الكيلومترات المربعة في صورة واحدة، بينما تقوم بتحديد التفاصيل بوضوح إلى 20 مترًا، أو متر واحد فقط في المساحات الأصغر. وتتضمن جهود رصد الأرض الحالية القمرين الصناعيين «تيرا»، و«أكوا» التابعين لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» وبرنامج القمر الصناعي لموارد الأرض (المشترك بين الصين والبرازيل)، و«كوكبة رصد الكوارث» DMC، والقمر الصناعي الفرنسي SPOT.

ويمكن لأنظمة الرادار ـ وذلك على عكس الأنظمة البصرية ـ أن تخترق غطاء السحب المنتشر بكثرة في المناطق المدارية، حيث يتم عكس إشارات الأمواج الدقيقة المبثوثة من «أقمار رادار الفتحة الصناعية» SAR، مثل TerraSAR-X، عن طريق الأغصان وأوراق الشجر والجذوع نحو مستقبِلات الأقمار الصناعية. لطالما كانت هذه النوعية من الأقمار الصناعية باهظة الثمن، بما يتراوح بين 250 مليون جنيه إسترليني (384 مليون دولار) و500 مليون جنيه إسترليني؛ من أجل وضعها في المدار. وبالمصادفة.. سيتم إطلاق جيل جديد من الأقمار الصناعية الصغيرة ذات الكلفة المنخفضة في السنة القادمة. وتتضمن هذه الأقمار القمر البريطاني NovaSAR-S بقيمة (45 مليون جنيه إسترليني للإطلاق والتأمين). وفي المقابل، تكلِّف مهمة Sentinel-1 التابعة للاتحاد الأوروبي، والقمر الياباني ALOS-2 حوالي عشرة أضعاف ذلك المبلغ.

هناك حاجة إلى كل من الأنظمة الرادارية، والبصرية، على السواء، إذ يمكن لمنظومة إنذار مبكر مكوَّنة من خمسة أقمار صناعية تدور في المناطق المدارية أنْ توفِّر مسحًا يوميًّا للغابات المدارية بدرجة وضوح 5-20 مترًا، بغض النظر عن نوعية الجوّ، لرصد الاحتطاب وقت وقوعه. وتُقدَّر تكلفة هذه المنظومة بحوالي 200 مليون جنيه إسترليني، إضافة إلى طاقم متفرغ لإدارة العمل. ويجب أن تعالَج هذه البيانات بشكل نموذجي، عن طريق تحالف دولي يشمل دولًا نامية، ودولًا متقدمة، وتتم إدارته تحت رعاية «الاتفاقية الإطارية الدولية حول تغيُّر المناخ».

ويمكن تصميم أقمار صناعية بصرية ذات صور قليلة النقاء بكلفة قليلة نسبيًّا؛ لمراقبة الغابات بشكل أسبوعي، أو شهري على مدار السنة[7]. ويمكن لأنظمة الأقمار الصناعية القائمة حاليًا أن تسهم في ذلك، مثل: أنظمة ناسا؛ MODIS، وDMC، وSPOT، أو Landsat، حيث يتم توفير معظم البيانات مجانًا.

ومن أجل توفير بيانات ميدانية منتظمة، يمكن بواسطتها معايرة كل هذه القياسات من الأقمار الصناعية، وتقليل نسب عدم التيقن في تقديرات الكربون؛ مطلوب جهود كبيرة من الدول المشاركة في برنامج «REDD+». ومع استمرار المناقشات في هذا العام، ندعو صنّاع السياسات إلى تقديم الدعم للأقمار الصناعية الصحيحة، وإلى الاستراتيجيات الهادفة إلى رصد وحماية غابات العالَم. ■

جيم لينش أستاذ في مركز الاستراتيجيات البيئية في جامعة سوريّه، جيلفورد في المملكة المتحدة. و**مارك ميسلين** أستاذ في قسم الجغرافيا في جامعة كوليدج لندن في المملكة المتحدة. و**هايكو بالزتر** مدير مركز بحث المناخ والمناظر الطبيعية في جامعة ليستر في المملكة المتحدة. و**مارتن سويتينج** مدير مركز سورّيه للفضاء في جامعة سري، جيلفورد في المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: j.lynch@surrey.ac.uk

1. Friedlingstein, P. *et al. Nature Geosci.* **3,** 811–812 (2010).
2. Nellemann, C., INTERPOL Environmental Crime Programme (eds). *Green Carbon, Black Trade* (United Nations Environment Programme, GRIDArendal; 2012).
3. Gullison, R. E. *et al. Science* **316,** 985–986 (2007).
4. Canadell, J. G. & Raupach, M. R. *Science* **320,** 1456–1457 (2008).
5. Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics. *Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Degradation in Developing Countries* (GOFC-GOLD, 2012); available at go.nature.com/fk3ixp.
6. Herold, M. *et al. Carbon Balance Mgmt* **6,** 13 (2011).
7. Maslin, M. & Scott, J. *Nature* **475,** 445–447 (2011).

The authors declare competing financial interests: for details see go.nature.com/x6dtxy.


nature journals
Search Results Filter: Type/Date
BRINGING KNOWLEDGE TO YOU
nature.com/knowledge
nature publishing group npg



طلاب يتظاهرون ضد استخدام الباذنجان المعدَّل وراثيًّا في مدينة شانديجار بشمال الهند.

AJAY VERMA/REUTERS/CORBIS

أفريقــيا وآسيــا بحــاجة إلى نقــاش عقــلاني حــول المحــاصيل المعــدَّلة وراثيــًّا

«لا ينبغي أن يقع صُنّاع القرار في الدول النامية تحت تأثير الحجج والذرائع المُسَيَّسَة السائدة في أوروبا» **كريستوفر ج. م . ويتي** وزملاؤه

يقدِّم العلماء والسياسيون وممثلو الصناعة وأنصار البيئة في أوروبا المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، إمّا باعتبارها جزءًا أساسيًّا من الحل لمشكلة الجوع في العالم، أو خطرًا دراميًّا عبثيًّا على الصحة والسلامة. وليس لأيٍّ من الرأيين حججه وتبريراته القوية.

ومؤخرًا، انتقل إلى الدول النامية الشرر المتطاير من الجدل الحاد في أغلب الوقت، الذي اشتعل في بعض الدول الأوروبية ـ خاصة فرنسا والمملكة المتحدة ـ على مدار 20 عامًا. فالحكومة الهندية ـ على سبيل المثال ـ تدرس حظر كل التجارب الميدانية للمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا طوال العقد المقبل. وهي خطوة ستضر بكبار وصغار المزارعين؛ حيث ستحرمهم من أصناف محاصيل معيَّنة، تم تعديلها لكي تنمو أفضل في الظروف الحالية، بما في ذلك محاصيل القطن، وفول الصويا، والطماطم. وفي الوقت نفسه، نجد أن الحكومة في كينيا ـ حيث يعاني ربع السكان من سوء التغذية ـ اختارت حظر استيراد الأغذية المعدَّلة وراثيًّا في نهاية العام الماضي، ولكنها لم تحظر أبحاث المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا[1]. ويبدو أن هذه القرارات ـ مثل نظائرها في أوروبا ـ متأثرة جزئيًّا بالاستجابة العاطفية تجاه هذه التقنية.

لكي يتاح للعِلْم القيام بدوره في تحسين حياة الفقراء في العالم، ينبغي على صُنّاع القرار في الدول النامية ألا يتأثروا بالجدل المُسَيَّس في أوروبا، وهي قارة لا تعاني من نقص الغذاء أو سوء التغذية. ويجب على حكومات الدول النامية بدلًا من معارضة أو تأييد المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا أنْ تبدأ بالمشكلة المحددة في الوقت الحالي، وتقيِّم مخاطر ومزايا كل الحلول الممكنة، التي قد تكون المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا إحداها.

خلال الخمسين عامًا الماضية، أسهمت أصناف المحاصيل المحسَّنة في زيادة بنسبة 1% سنويًّا في الإنتاجية الزراعية على مستوى العالم[2]. وسوف يكون لأصناف المحاصيل الجديدة ـ في الدول النامية بصفة خاصة ـ دور مهم للغاية في مواجهة تحدي إطعام أعداد السكان المتنامية، في مواجهة التغير المناخي، وذلك بجانب الاستخدام الأمثل للمياه والأسمدة، وتحسين إدارة التربة والمحاصيل، وكذلك تحسين البنية التحتية للتخزين والنقل.

هناك تعديلات كثيرة على أصناف المحاصيل، من أجل زيادة الإنتاجية، وتحسين مقاومة الأمراض والآفات، أو زيادة القيمة الغذائية، أو مقاومة الجفاف أو الفيضانات[3]، لا تعتمد على الهندسة الوراثية. وقد تكون خيارًا واحدًا ضمن عدة وسائل يمكنها أن تؤدي إلى النتيجة نفسها. وفي الغالب، فحتى في الحالات التي أثبتت فيها الهندسة الوراثية أنها مفيدة، فإنها تُكمِّل أساليب التهجين التقليدي، ولا تقدِّم بديلًا لها أو تلغيها.

أما في بعض الحالات، فقد تكون الهندسة الوراثية هي الخيار الوحيد المُجْدِي، عندما تكون هناك تغييرات جينية محدودة في السمات المستهدفة في المحاصيل. ولنأخذ ـ على سبيل المثال ـ من البقوليات اللوبيا التي تنمو في مناطق السافانا بأفريقيا. فقد كافح الباحثون لسنوات طويلة باستخدام أساليب التهجين التقليدي؛ لكي يجعلوا اللوبيا قادرة على مقاومة آفة حشرية رئيسة، تسمَّى الدودة الثاقبة لقرون البقوليات (*Maruca vitrata*). وكان ذلك من خلال نوع من البكتيريا العصوية في التربة (*Bacillus thuringiensis*)، التي تفرز مادة سامة (*Bt*) تقتل حشرات معينة، منها الدودة «ثاقبة قرون اللوبيا»، حيث تم زرع الجين المسؤول عن إنتاج السم في أصناف اللوبيا المحلية، ونجح الباحثون في نيجيريا في تمكين 95% من النباتات من مقاومة هذه الآفة في التجارب الميدانية (المصدر: م إشياكو، عن طريق التواصل الشخصي). ومبدئيًّا، زادت إنتاجية اللوبيا المزودة بسم *Bt* في أنحاء أفريقيا بنسبة 70% (انظر الرسم التوضيحي «محاصيل قد تنقذ الحياة»). وتجري حاليـًا تجارب زراعة اللوبيا المعدَّلة وراثيًّا لمكافحة الآفات المهلِكة في بوركينا فاسو، وغانا، ونيجيريا. وسيبدأ توزيع البذور المقاومة للأمراض على المزارِعين ابتداءً من عام 2017.

يقدم التعديل الوراثي وسيلةً لنقل عدة سمات إلى



المحاصيل المحوّرة: الوعد والحقيقة
عدد خاص من دوريّة (نيتشر Nature)
nature.com/gmcrops

النباتات، أسرع من وسائل الزراعة والتهجين التقليدية. وعلى سبيل المثال.. نبات «المنيهوت» cassava هو محصول غذائي أساسي للملايين من السكان في أفريقيا. وهناك مرضان فيروسيّان يؤثران على محاصيل المنيهوت في كل أنحاء القارة، خاصةً في شرق أفريقيا، وهما داء «فسيفساء المنيهوت» الذي يعوق النمو، ومرض «الخطوط البنية» المتسبِّب في عفن الجذور. وهناك أنواع مقاوِمة لأحد المرضين، لكنّ المرضين انتشرا في عديد من دول شرق أفريقيا. ولأن المنيهوت يزهر كل عامين، كان من الصعب للغاية الحصول على مقاومة للمرضين من خلال التهجين التقليدي. ولهذا.. يدرس الباحثون في أوغندا وكينيا أساليب بديلة باستخدام التعديل الوراثي.

التحسين البيولوجي Biofortification الذي يعمل على تعزيز القيمة الغذائية للمحاصيل يُعتبَر من المجالات التي تقوم الهندسة الوراثية فيها بدور كبير. وقد نجحت أساليب التهجين التقليدي بالفعل في مكافحة نقص فيتامين (أ) الذي كان يسبب مشكلات عديدة، منها ـ على سبيل المثال ـ زيادة نسبة الوفيات بين الأطفال، بسبب عدوى أمراض، مثل الحصبة. وقد نجح فريق دولي من الباحثين[4] كان يعمل على تحسين التغذية في موزمبيق وأوغندا في تقديم بطاطا برتقالية غنية بفيتامين (أ) لبعض سكان هذه الدول؛ ونتج عن ذلك تحسين مستويات فيتامين (أ) لدى هؤلاء السكان.

استُخدِم التعديل الوراثي في المناطق الأخرى من العالم، التي لا تستخدم فيها البطاطا كجزء من الغذاء الأساسي للسكان؛ من أجل تحسين المحاصيل الرئيسة الأخرى. ولم يكن ممكنـًا إنتاج «الأرز الذهبي» ـ وهو صنف معدَّل وراثيًّا، غني بفيتامين (أ) ـ دون استخدام تكنولوجيا تحوير الجينات. فتناوُل 150 جرامًا من الأرز المطهو يوفر للصينيين 60% من النسبة الصحية المطلوبة من فيتامين (أ) للأطفال من 6 إلى 8 سنوات[5]. وللأسف الشديد، لم يتم حتى الآن اعتماد الأرز الذهبي لزراعته على نطاق واسع في أي دولة، ولهذا.. لم يتم بعد اختبار التأثير على الصحة البشرية (انظر الرسم التوضيحي: «محاصيل قد تنقذ الحياة»).

الحُجَج المقابلة

ثمة أسباب وجيهة تدعو المزارعين في الدول النامية إلى الشك في حلول التعديل الوراثي للمشكلات، خاصة إذا كانت هناك بدائل أفضل، فزراعة المحاصيل غير المعدَّلة وراثيًّا تحقِّق جدوى اقتصادية أفضل، إذا كان استخدام الأصناف المعدَّلة وراثيًّا سيقيِّد المزارعين باستخدام بذور أو كيماويات زراعية تجارية، أو بتقديم علف خاص بالحيوانات فقط، أو يمنعهم من دخول أسواق أوروبية معينة. فإدخال الصويا والذرة المعدَّلة وراثيًّا ـ على سبيل المثال ـ إلى الأسواق الأوروبية عن طريق الاستيراد يخضع للعديد من الضوابط والقيود، ويقتصر على الاستيراد لأعلاف الحيوانات فقط. كما أن المخاوف من الآثار غير المعروفة وغير المتوقَّعة التي تترتب على انتقال جين وراثي مُعدّل من جنس إلى جنس آخر مخاوف مشروعة، رغم أنها مبالَغ فيها غالبًا.

محاصيل قد تنقذ الحياة

قد تساعد المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا في تحسين جودة الحياة للملايين من الناس، وتعزز من معدلات بقائهم على قيد الحياة. المحاصيل الثلاثة التالية كلها في مرحلة التجارب الميدانية.



أرز ذهبي غني بفيتامين (أ)

- عدد الفقراء الذين (يعيشون على أقل من 1.25 دولار في اليوم) ويأكلون الأرز كل يوم: **400 مليون**
- عدد أطفال مرحلة ما قبل الالتحاق بالمدارس، الذين يتأثرون بنقص فيتامين (أ): **250 مليون**
- عدد الوفيات من الأطفال أقل من خمس سنوات، التي يمكن منعها من خلال توفير فيتامين (أ): **أكثر من مليون طفل**



اللوبيا المقاومة لدودة "ثاقبة قرون البقوليات"

- مستهلكو اللوبيا في أفريقيا: **200 مليون نسمة**
- الزيادة المتوقعة في محصول اللوبيا المقاوِمة لثاقبة قرون البقوليات: **70%**
- الانخفاض في رش المبيدات المتوقَّع بفضل المقاومة: **67%**



الذُّرَة المقاوِمة للجفاف

- عدد الأفريقيين المعتمدين على الذرة كمحصول أساسي: **300 مليون**
- نسبة الخسائر في محصول الذرة في جنوب الصحراء الكبرى بسبب الجفاف: **10 - 25%**
- زيادة الإنتاجية المحتملة بفضل مقاومة الجفاف: **20 - 30%**

SOURCES: GOLDEN RICE HUMANITARIAN BOARD; AFRICAN AGRICULTURAL TECHNOLOGY FOUNDATION/WEMA

ينبغي أن يدرك صناع القرار في الدول النامية طبيعة الجدل الاستقطابي الدائر في الدول المتقدمة، حيث تكون المزايا المحتمَلة لأصناف المحاصيل المُحَسَّنة بالنسبة إلى المجتمع هامشية أو ثانوية، ولا تعكس مواقف الناس تجاه الأغذية المعدَّلة وراثيًّا بالضرورة رؤية مدروسة للأساليب العلمية وبدائلها.

هذا.. وتظهر مخاوف ومعارضات أوروبية كثيرة تجاه المحاصيل المعدَّلة وراثيًّا، رغم أنها في الغالب مخاوف من سلامة الأغذية، ومن الهواجس بشأن تأثير الزراعة واسعة النطاق على صغار المزارعين، وإمكانية تحوُّل شركات التكنولوجيا الحيوية إلى شركات محتكرة. يساوي الناس في الواقع بين الهندسة الوراثية وجميع التقنيات الحيوية، حيث يصنِّفون الباقة الواسعة من الأساليب المتقدِّمة التي تخلو من التعديل الوراثي المستخدَمة في تحسين المحاصيل، مثل زراعة الأنسجة، والانتقاء باستخدام المحددات الوراثية (marker-assisted breeding) ضمن الفئة «غير المقبولة». ويمكن لهذه الأساليب ـ في الغالب ـ مساعدة الزراعة التقليدية[6]. إنّ البدء بالجدل العاطفي حول أساليب وتقنيات التعديل الوراثي معناه أنْ ننظر عبر الطرف الخطأ من التليسكوب. ويجدر بصناع القرار في الدول النامية ـ بدلًا من ذلك ـ البدء بالمشكلة، واتخاذ القرارات بشأن التوازن بين مزايا وعيوب الحلول المختلفة في إطار بيئاتهم المحلية، مستعينين بتشريعات السلامة البيولوجية.

ليس من المنطق المبالَغة في التأثر بالمخاوف من المنظور الأوروبي عند اتخاذ القرارات الخاصة بالمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا في ظل انتشار كارثتي الجوع وسوء التغذية، اللتين يعاني منهما الناس في أفريقيا وآسيا، بالإضافة إلى كون نسبة عالية من السكان في القارتين باتت تعتمد على الزراعة في كسب قوتها ومعيشتها. وتقدِّر الأمم المتحدة أنه بنهاية القرن الحالي سيعيش أقل من 10% من سكان العالم في أوروبا. وحيث إنّ الإنتاجية الأعلى للمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا لا تشكِّل ميزة كبيرة في أوروبا، ربما تفوق نسبة المخاطر (رغم أنها نظرية إلى حد كبير، وفي بعض الأحوال غير منطقية) في التحليل الخاص برصد المزايا والمخاطر. وجدير بالذكر أنه حين تكون تكنولوجيا التعديل الوراثي أساسية للمنتجات التي تفتقر إليها أوروبا ـ ومنها بعض الأدوية ـ تصبح المخاوف المثارة أقل.

إنّ الهندسة الوراثية ليست أساسية أو حتى مفيدة لكل تحسينات المحاصيل، ولكنها في بعض الحالات تساعد على تحسين الإنتاجية وقيمة التغذية، وتقلل من المخاطر والتكلفة المرتبطة بالمبالغة في استخدام الأسمدة، والمبيدات، والمياه. واستبعاد أي تكنولوجيا تساعد الناس في الحصول على الغذاء الذي يحتاجونه والتخلص من سوء التغذية ينبغي أن يكون فقط لأسباب منطقية قوية، وفي ضوء الظروف المحلية. ■

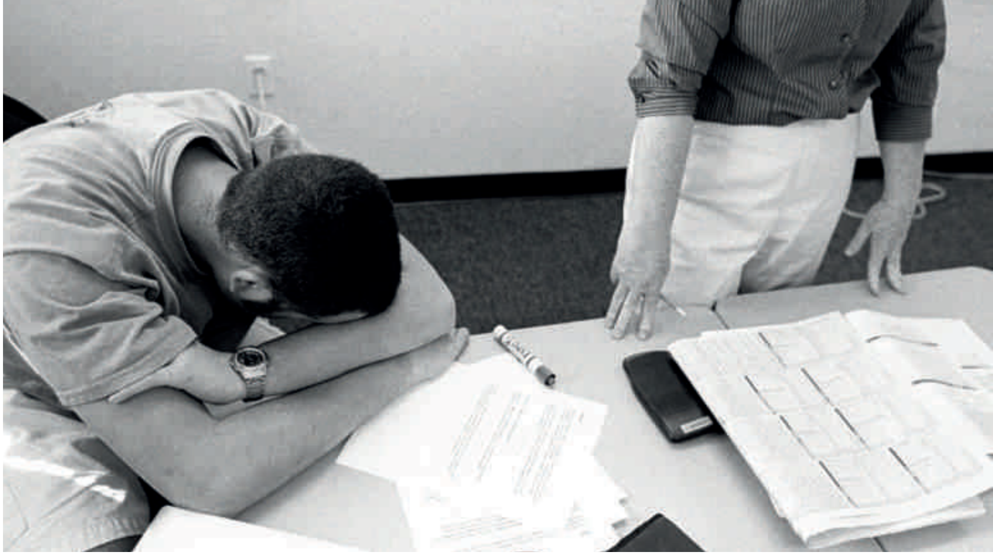
كريستوفر ج. م. ويتي كبير المستشارين العلميين في إدارة المملكة المتحدة للتنمية الدولية، لندن، وأستاذ الصحة الدولية في كلية لندن لعلم الصحة والطب الوقائي، المملكة المتحدة. **مونتي جونز** مدير تنفيذي في منتدى الأبحاث الزراعية في أفريقيا، أكرا، غانا. **آلان توليرفي** رئيس أبحاث الزراعة في إدارة المملكة المتحدة للتنمية الدولية. **تيم ويلر** نائب كبير المستشارين العلميين في إدارة المملكة المتحدة للتنمية الدولية، وأستاذ علم المحاصيل في جامعة ريدينج، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: c-whitty@dfid.gov.uk

1. Owino, O. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature.2012.11929 (2012).
2. Renkow, M. & Byerlee, D. *Food Policy* **35,** 391–402 (2010).
3. Varshney, R. K., Bansal, K. C., Aggarwal, P. K., Datta, S. K. & Craufurd, P. Q. *Trends Plant Sci.* **16,** 363–371 (2011).
4. Hotz, C. *et al. J. Nutr.* **142,** 1871–1880 (2012).
5. Tang, G. *et al. Am. J. Clin. Nutr.* **96,** 658–664 (2012).
6. Kijima, Y., Sserunkuuma, D. & Otsuka, K. *Dev. Econ.* **44,** 252–267 (2006).



CARL WALSH/AURORA PHOTOS/CORBIS

في كينيا يجري حاليًا تعديل المحصول الغذائي الأساسي (المنيهوت) في كينيا؛ لمقاومة مرضين فيروسيين خطيرين.



ED KASHI/CORBIS

يبدو أن متلازمة أسبرجر سيتم شطبها من دليل الطب النفسي العالمي.

علم النفس

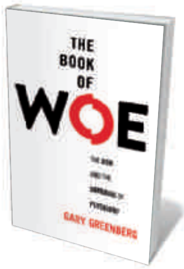
قصة حزينة جدًّا

يلقي **ديفيد دُوبْس** نظرةً بارعة على الإصدار الخامس لـ«الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية»؛ الكتاب المقدَّس الجديد للأطباء النفسيِّين.

حدَّدَ نَشْر الإصدار الخامس من «الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية» *DSM-5* ـ الصادر عن رابطة الأطباء النفسيين الأمريكية في شهر مايو الماضي ـ نهاية قرن من الزمان، قُدِّمت فيه كتب إرشادية عديدة للتشخيص النفسي. وقد وُضع أول نظامين تصنيفيَّين للأمراض النفسية على يد كل من إيميل كريبلين في عام 1893، وتوماس سالمون في عام 1918. ولم يقتصر آنذاك تصنيف كريبلين على مرض الفصام، وما نعرفه اليوم باسم الاضطراب ثنائي القطب، لكنه وضع أيضًا اضطرابًا عُرف بـ«جنون الاستمناء»، واضطرابًا (نأمل ألّا يكون هناك ارتباط بينه وبين الاضطراب السابق) يسمى بـ«ذهان ليلة الزفاف». وهذان الاضطرابان تم استبعادهما لاحقًا. واحتوى الدليل الذي وضعه سالمون على 20 تشخيصًا فقط. ومن المتوقع أن يضم الدليل الخامس ـ المُعَدّ ليصبح المرجعَ الأول للولايات المتحدة في تشخيص الأمراض العقلية ـ حوالي 300 تشخيصا في طبعته الجديدة. وستضم تلك التشخيصات إضافات جديدة، تستهدف بعض الاضطرابات المتعلقة بالاكتناز المَرَضِي، والشَّرَه المرضي، وتشخيص الاكتئاب؛ مما سيُمَكِّن الأخصائيين من اعتبار الحزن المتعدِّي لأسبوعين بسبب وفاة شخص عزيز اكتئابًا، وليس حزنًا.

حاولت مثل تلك الكتب، سواء «الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية»، أو غيره أن تتطور عن أسلافها، ولكن تبعًا لما ذكره الأخصائي النفسي جاري جرينبرج في كتابه الممتع واللاذع والمهم «كتاب المحنة» *The Book of Woe*، فقد فشلت جميعها، لكن ليس كمثل الفشل الذي حققه «الدليل الإحصائي والتشخيصي الخامس للأمراض العقلية».

في الربع الأول من الكتاب الضخم والسلس، يستعرض جرينبرج كيف شَكَّلت تلك الكتيبات الأولى ـ بما في ذلك الطبعات الأربع الأولى للـ«الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية»، التي صدرت في سنوات 1952، و1968، و1980، و1994 ـ عِلْم الطب النفسي. وتشكِّل الرواية التاريخية الموضوع الأساسي لكتابه؛ المتمثل في الجهود الطويلة والمضنية التي قامت بها «الرابطة الأمريكية للأطباء النفسيين» APA لكتابة الطبعة الخامسة من الدليل. في الوقت الذي بدأت فيه الرابطة العمل على هذا الإصدار، منذ ما يقارب عشر سنوات، كانت مهنة الطب النفسي تعاني من انقسامات عميقة ومؤلمة حول موضوعات متعلقة بالمبالغة في التشخيص، وفي وصف العلاج، والإفراط في إعطاء الأدوية، مع ما ترتبط به من مشكلات في صناعة الدواء، إضافة إلى النقص في المعلومات المتعلقة بالمسارات البيولوجية لمعظم الأمراض التي تم تشخيصها.



كتاب المحنة: الدليل الإحصائي والتشخيصي، وإعادة بناء الطب النفسي.
جاري جرينبيرج،
بلو رايدر، 2013، 426 صفحة، 28.95 $

وقد قامت «الرابطة الأمريكية للأطباء النفسيين» ـ التي تعتمد بشكل كبير على عائدات بيع «الدليل الإحصائي والتشخيصي الخامس للأمراض العقلية»ـ بالرد على تلك القضايا موضوع الجدل بشكلٍ دافعت فيه بقوة عن الدليل، مع الوعد بإصدار طبعة خامسة تقدِّم نماذجَ جديدة.

يصنع جرينبرج من المغامرة التي قامت بها لجنة إعداد الكتاب مادةً تتسم بالإبهار والترويع.. فهو يقوم بالتنقيب عن النميمة، ويستقي من اللاعبين الأساسيين المتنافسين كنزًا مما يدور في صدور الشَّكّائين من غيبة، وردود، وتأسُّف، وتنافس، وتقويض أوديبي، وحتى الأحاديث المجردة البسيطة والبليغة. كما يقوم بربط القصص المروِّعة المحبوكة عن محاولات الرابطة المضنية لإعادة إحياء التشخيصات التي علاها الصدأ، أو لاختلاق تشخيصات جديدة وبراقة. (وبلا شك ستغضب غضبًا شديدًا حينما تعرف السبب وراء اختلاق اضطراب تقلُّب المزاج الجديد).

نجح جرينبرج في أنْ يكون أحد الفاحصين لواحدة من تجارب مسودة الدليل التي يقوم بها الأطباء الإكلينيكيّون. وقد ظهرت التجربة في شكل مُلْتَوٍ إلى حد كبير؛ مما جعل جرينبرج راغبًا في الاعتذار للمريضة، بسبب «قصور التجربة، وعدم جدواها، وسفاهتها»، لكنه لم يجد فرصة للقيام بذلك، حيث إن المريضة لم تعاود الاتصال بعد ذلك أبدًا.

ويختتم جرينبرج قائلًا إن «الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية يقوم بإلباس الأعراض حلة المرض الوهمي، ثم يدَّعي أنه قام بتسمية ووصف الأشكال المختلفة لما نعاني منه». ومن الناحية التقنية تُقِرّ «الرابطة الأمريكية للأطباء النفسيين» بذلك، وتعترف على استحياء (على سبيل المثال، فيما يتعلق بتحضير الوثائق، وبالمناقشات العامة التي تمت أثناء استصدار الطبعات الأولى من الدليل) بأنّ معظم تشخيصات الأطباء النفسيين اعتمدت على الملاءمة، أكثر من اعتمادها على الوصف البيولوجي للعلة؛ مما حدا بالرابطة اتخاذ قرار واضح أثناء العمل على الطبعة الثالثة من «الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية»، وهو ألّا يكون اعتماد التشخيص على مسبِّبات الاضطراب، وأنْ يعتمد على مجموعة من الأعراض التي تبدو مسبِّبة للمشكلة، والتي يمكن تمييزها.

وقد قامت «الرابطة الأمريكية للأطباء النفسيين» بذلك، إيمانًا منها أنّ من شأنه أنْ يؤدى إلى التركيز على التماسك بين الأطباء، كما سيساعد في إدراك مجموعة الأعراض، أكثر من التعامل مع دلالات أخرى نابعة من الوضع.

إنه اتفاق غامض، لكنه ضروري؛ حيث إن وضع الأمور في ذلك السياق رسميًّا سيساعد تخصُّص الطب النفسي في اكتساب الشرعية الطبية، وفي الحصول على الحق في الغطاء التأميني والضرائب، وما يترتب على ذلك من مساعدة للأشخاص المعنيين. ويكتب جرينبرج قائلًا لسوء الحظ أنّ هذا المنهج قد دفع بالجميع ـ ومن ضمنهم الأطباء النفسيين ـ إلى الحديث والتعامل مع التركيبات المتصورة داخل الدليل على أنها أمراض بيولوجية، وهي العادة التي أدَّت إلى توليد متاعب عديدة، تراوحت من الإفراط في الثقة إلى الارتباط المحرَّم بشركات الأدوية الكبيرة.

ويتفق جرينبرج مع الكثير من الأطباء الإكلينيكيين، ويتفق أيضًا مع قادة الطب النفسي منذ زمن طويل، أمثال آلان فرانسيس الذي عمل محررًا للطبعة الرابعة من «الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية»، والذي نُشرت رسالته اللاذعة في مايو الماضي تحت اسم «إنقاذ الطبيعي»، وذلك (عن دار نشر ويليام مورو) التي يُتَّهَم فيها «الدليل الإحصائي والتشخيصي الخامس للأمراض العقلية» بأنه سيحوِّل «المبالغة في التشخيص إلى الإفراط فيه». كما يتفق جرينبرج مع توماس إنسل، الطبيب النفسي الذي تولَّى إدارة المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية في روكفيل، ميريلاند. ويحكي إنسل لجرينبرج عمّا سمعه بشكل متكرر على لسان كثير من الأطباء النفسيين من شعورهم بأنهم مقيَّدون بـ«الدليل الإحصائي والتشخيصي للأمراض العقلية»، وبأنه قد حان الوقت للبدء من جديد.

فهل كان سبب بقاء منهجية العمل هو كونها جيدة بالفعل؟ يشير جرينبرج إلى أن التشخيصات في الدليل تكون أحيانًا ذات تأثير فعال. وعلى سبيل المثال.. معظم الأشخاص الذين يعانون من متلازمة أسبرجر ـ التشخيص الذي وُضِع منذ حوالي 19 عامًا في «الدليل الإحصائي والتشخيصي الرابع للأمراض العقلية» ـ ساعدهم التعريف على خلق هوية مترابطة، مَرَدُّها في الأغلب إلى وضعهم خارج النطاق الطبيعي الذي يشعرون أنهم غير مقبولين داخله، حيث يتم تمييزهم أكثر من تهميشهم. ويقول أحد المصابين بالمتلازمة في حديث له مع جرينبرج: «هذا معناه أنني لست أحمق، بل أنا مجرد شخص مختلف».

NATURE.COM
للمزيد حول تطور الدليل الإحصائي والتشخيصي الخامس للأمراض العقلية:
go.nature.com/brjcau

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كان من المتوقع أنْ يواجه صاحب المقولة السابقة معضلةً بعد 22 مايو الماضي، وقت إصدار «الدليل الإحصائي والتشخيصي الخامس للأمراض العقلية»، حيث إنه تبعًا لكل التقارير، سيتم شطب متلازمة أسبرجر، ليُوضَع ذلك الشخص داخل سلسلة تشخيصية مكبلة لاضطراب التوحد. فهل سيظل وقتها ذلك الشخص مجرد شخص مختلف؟ تشير الدراسات إلى أن حوالي ثلثي إلى ثلاثة أرباع الأشخاص المصابين بمتلازمة أسبرجر سيُفْشَل في تشخيصهم بأحد تشخيصات التوحد الجديدة؛ مما سيترتب عليه حرمانهم من الغطاء التأميني الصحي والمزايا الأخرى. كما أن أولئك الذين سيتم تشخيصهم حسب التقسيم الجديد بالتوحد، سيتمكن القليل منهم ـ على الأرجح ـ من بلوغ الشعور بالرضا ذاته تجاه التشخيص المستحدَث بين الوصف العملي، والهوية الذاتية المدركة.

ويشير شطب تشخيص متلازمة أسبرجر من الدليل الجديد إلى جزء رئيس من التوتر الحادث في مجال الطب النفسي. وكما ورد في كتابات جرينبيرج: «إن الدليل، ومعه الطب النفسي، يعملان بشكل متزايد على وضع الأشخاص داخل قوالب جافة، مدفوعة بالقصص التي تعتمد على البيانات المتحرِّرة من تقلبات الأمل والرغبة، والإجحاف والجهل والخوف، مرتكزةً ـ بدلًا من ذلك ـ على قوانين الطبيعة». وحين يعمل الطب النفسي، فغالبًا ما يكون عمله على المستوى الإنساني، أكثر مما يلتفت إلى المستوى البيولوجي، حيث يقوم المعالِج بمساعدة الشخص المكروب على إعادة صياغة قصة حياته ومكانه في هذا العالم بشكل أكثر قوة وصلابة واتصالًا بالمجتمع الخارجي. وهذا ما يفسر نجاح المنهج العلاجي، الذي يكون من خلال حديث الطبيب المعالِج إلى المريض، بجانب وَصْفِهِ الأدوية اللازمة له، أكثر من نجاح الأدوية منفردة في تخفيف المشكلة، كما يوضح كيف أن اضطراب الفصام ـ كما وصفه إيثان واترز في كتابه «مجنون مثلنا: عولمة النفس الأمريكية»، الذي طُبع في (فري برس 2010)، ومن خلال العمل الذي قامت به تانيا لورمان- أقل إعاقةً في الثقافات المختلفة، وحتى في أساليب العلاج التي تتعامل مع انحرافات هذا الاضطراب على أنها تنوعات في الطبيعة البشرية، أكثر من كونها اضطرابات بيولوجية.

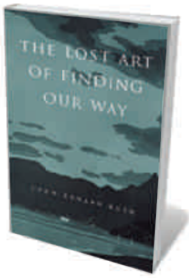
على مدى أكثر من مئة عام، كان الطب النفسي يتلقى تفسيرات علمية زائفة، مصحوبة بإيحاءات واثقة، في حين كان ينتظر يومًا ما أنْ يصبح مشروعًا بيولوجيًّا فقط. ويرجع السبب في التأخر لمدة عقد من الزمان في إصدار الطبعة الخامسة من «الدليل الإحصائي والتشخيصي الخامس للأمراض العقلية» إلى أن روّاد «الرابطة الأمريكية للأطباء النفسيين» كانوا يفكرون جديًّا في أنّ تطوُّر علم الأعصاب سيتيح لهم كتابة دليل معتمِد على ما يحدث في المخ. وبالرغم من ذلك.. فإن أحد جنود الخط الأمامي السابقين في الرابطة ـ مايكل فيرست، الطبيب النفسي في جامعة كولومبيا بنيويورك ـ يؤكد في الصفحة الأخيرة من كتاب جرينبيرج أن هذا المنهج ما زال في بدايته.

ويوضح لنا جرينبيرج أن المشكلة الأكبر للطب النفسي تكمن في مقاومته العنيدة للاعتراف بعدم النضوج. وجميعنا يعلم كيف تسير الأمور حينما نرفض الاعتراف بمشكلاتنا. ■

ديفيد دُوبْس يكتب لمطبوعات عديدة، منها: «نيويورك تايمز»، و«ناشيونال جيوجرافيك». ويركِّز كتابه القادم «الأوركيد والهندباء البري» على الأصول الجينية والثقافية للطباع الإنسانية. كما يدوّن في مدوَّنة «الثقافة العصبية» *Neuron Culture*.

البريد الإلكتروني: david.a.dobbs@gmail.com

ملخصات كتب



اندثار مهاراتنا في البحث عن الطريق

جون إدوارد هث، بلكناب، 544 صفحة، 35 $ (2013)

إنّ شغف الإنسانية باكتشاف الأماكن المجهولة من الأرض صاغ واختبر قدرتنا الهائلة على رسم خرائط ذهنية. وحاليًا، ومع انتشار استخدام نظام تحديد الموقع العالمي، بدأت مهارات السفر على الأقدام في الاختفاء. وفي هذا الكتاب ـ الغني، والأول من نوعه ـ يطرح الفيزيائي جون إدوارد هث نموذجًا لمستكشف؛ حتى يساعدنا على إيجاد أنفسنا في مكان ما على وجه هذه الأرض، معززًا ذلك بأمثلة واضحة ومنوّعة. وتعتمد وصفة هث في التجوّل في الضباب، والظلام، والمحيطات المفتوحة، والغابات الكثيفة، وحتى المناطق المجهولة، على البوصلة والشمس والنجوم أولًا، ثم على النشرات الجوية الدقيقة والقراءات المسجّلة لبعض الظواهر الطبيعية، كالرياح، والأمواج، والمد، والجَزْر.



غابة فِنَاء بيتي: مغامرات مُحِبٍّ للحياة البرية، جعل من حديقة بيته في المدينة موطنًا للحيوانات، واكتشف سُبُل التعايش معها

جيمس باريلا، مطبعة جامعة ييل، 376 صفحة، 28 $ (2013)

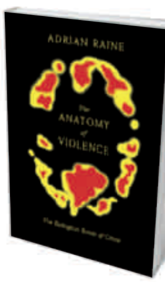
على صفحات هذا الكتاب، تأخذ الرابطة المُكتشَفة بين البشر والحيوانات البرية منحى آخر في هذا التسجيل الممتع للأحداث. فقد أقرّ «الاتحاد الأمريكي الوطني للحياة البرية» حديقة منزل جيمس باريلا ـ الكاتب في شؤون البيئة ـ كموطن للأحياء البرية في ولاية كارولينا الجنوبية. وعندما تحولّت التجربة إلى نقاش حاد، انسلّ منها؛ واتجه نحو دراسة الحياة البريّة في الحَضَر، من قرد المكاك الساخرالذي يعيش عند المهملات في أحياء نيودلهي، إلى قرد المرموسيت القزم الذي يقطن ضواحي البرازيل. لقد كانت النتائج مقلقة. وفي الختام، ناقش فكرة «ثقافة التعايش»، إذ إنها بقدر ما تبدو له صعبةً، إلّا أنها ضرورية من وجهة نظره.



الابتكار المتحرك: تاريخ الرسوم المتحركة الحاسوبية

توم سيتو، إم آي تي برس، 336 صفحة، 29.95 $ (2013)

من «بَطّ» بطل فيلم «قصة لعبة»، حتى «جولم» في فيلم «سيد الخواتم»، تُعَدّ الرسوم الحاسوبية فنًّا تقنيًّا ذا مستوى محيِّر من التعقيد. يقوم توم سِيتو ـ الذي ساعد في إنشاء «وحدة دريم وُوركس للرسوم المتحركة» في عام 1995 ـ بتعقُّب جذور عصر الحداثة، عندما كانت أفلام «جيمس ويتني» التجريدية وبرنامج Sketchpad لـ «إيفان سوزرلاند» تجتذب الكثير من الاهتمام؛ ثم يوضح تطوره في الشركات، والمجال الأكاديمي، وصناعة الفيلم. ويكشف «سِيتو» عن العمل الشاق، ومواقف التشويق والإحباطات التي كانت وراء هذا السحر الرقمي، ويأخذنا عبر الأعمال الشيقة، مثل «حديقة الديناصورات»، وغيرها.



تشريح العنف: الجذور البيولوجية للجريمة

أدريان راين، بانثيون، 496 صفحة، 35 $ (2013)

هل «الميول الإجرامية» متأصِّلة، أم مكتسَبة؟ في هذه الدراسة المقلقة، يناقش عالِم علم النفس البيولوجي، أدريان راين، الحالة البيولوجية، وعديدًا من الاستنتاجات العلمية ودراسات الحالة عن المجرمين والمغتصبين. وعلى سبيل المثال.. نتعرف على جيفري لاندريجان الذي تَبَنَّته أسرة ثرية منذ أنْ كان رضيعًا، لكنه حاكَى المهن الإجرامية لأبيه وجده البيولوجيَّين. كما نتعرف على الروابط بين العنف واضطراب قشرة الفص الأمامي من المخ، واستمرار المشاكل القانونية المحتملة. وعلى الرغم من كون الكتاب استباقيًّا، زاخرًا بالبيانات، إلا أن جوانبه المعقدة أخفقت في استخلاص إجابة بسيطة.



فنون سليمان السِّرِّيَّة: السِّحْر في عصر التنوير

بول كليبر مونود، مطبعة جامعة ييل، 412 صفحة، 27.50 £ (2013)

يؤكد المؤرِّخ بول مونود أنّ العالِم السِّرِّي قد اخترق عصر التنوير البريطاني: لقد ظل تيارٌ خفيٌّ من السحر والتنجيم موجودًا أثناء تمكُّن التيار العقلاني من التدفق التام. قد لا تكون الاكتشافات زاخرةً، ولكن مونود يستحضر مجموعة متنوعة من الشخصيات التي سبحت في كلا التيارين؛ وذلك من الكيميائي المتخفِّي إسحق نيوتن إلى إلياس أشمول، الكيميائي المتحمس البارع. وفي النهاية، يرجح مونود أن التفكير الخرافي ربما أسهمَ في تحرير التطور العقلاني من خلال تحرير الخيال أثناء نقطة التحول العلمية الرئيسة هذه.

باربرا كايسر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



RARE BOOKS AND SPECIAL COLLECTIONS, UNIV. SYDNEY LIB.

لطالما عُرف النبات الذي يُنتَج منه دواء البيتوري بخواصه التخديرية منذ وقت طويل.

تاريخ الطب

دون الشعــور بألــم

يقضي **جون كارمودي** وقتًا ممتعًا في معرض يتتبّع فيه سير تطوّر التخدير على مدى العصور منذ بداياته النباتية

«انشُرْ مؤلَّفك.. وإلّا اندثر» هو مبدأ يلخِّص بشكل وافٍ مسيرةَ بناء الحياة المهنية الأكاديمية، فبدون الكلمة المكتوبة والمطبوعة؛ قد ينال النسيانُ من بعض الأعمال لمدة قرون، أو ربما إلى الأبد.

تجلت هذه الرسالة بشكل جميل في معرض «تاريخ التخدير» بجامعة سيدني في أستراليا، المعنِيّ بموضوع تسكين الألم وتخديره، الذي تمّ عقده اعتمادًا على مجموعات من الكتب الرائعة والنادرة التي تمتلكها الجامعة، إضافةً إلى متحف المعدّات الذي ترعاه الجمعيّة الأسترالية لأطباء التخدير. وناقش العرضُ البحثَ الممتد منذ القِدَم عن العلاج المناسب للآلام، من خلال التبحّر في صفحات ما يقارب 200 كتاب، وفي عدد من التقارير الرسمية، والأدوات البسيطة والمعقدة والرسوم التوضيحية التي تعود إلى فترة زمنية طويلة تتجاوز خمسة قرون.

NATURE.COM
للمزيد حول علم الألم انظر:
go.nature.com/np9pcy

تاريخ التخدير
مكتبة فيشر، جامعة سيدني، أستراليا.
حتى 12 مايو 2013

إنّ هذه المعروضات هي تذكيرٌ بمقدار الطموحات العظيمة التي كانت في ذلك الوقت، وأظهرت تباين الوسائل المستخدمة ـ كالغريبة منها، والفاشلة، والواقعيّة ـ لتحقيق الهدف المنشود، لكن الكتب كانت هي التي أظهرت طريقة تفكير أسلافنا من المفكرين.

بدأ المعرض بالنباتات الطبية التي تم تصنيفها قديمًا ضمن «الأعشاب»، لأن معظم العلاج المقدَّم قد استُخلص من النباتات، ومن هذه العلاجات: مسكنات الألم المحضَّرة ـ على سبيل المثال ـ من الخشاش والأفيون. ويبدو أن أكثر هذه الكتب أهميةً وقيمةً هو الكتاب الذي ترجمه الجرّاح الإنجليزي جون هيل عن اللاتينية «التاريخ العام للنباتات: عمل مفصَّل حسب الترتيب الهجائي»، ونُشِر عام 1565، وقد استمدّ جذوره من المقالة البحثية المهمة في علم الجراحة، التي كتبها الجرّاح لانفرانكومن ميلان في القرن الثالث عشر، المسماة بـ«الجراحات الصغيرة» *Chirurgia parva*.

يُعتبر هيل رمزًا تقدميًّا ينتمي إلى العصرالإليزابيثي، فقد كان يؤيد الكتب والمراجع التنويرية في سبيل ارتقاء التعليم. وقد عاصر بزوغ فجر الطب الحديث في إنجلترا، وفي ذلك الوقت كان يرى أن أهدافه تتلخّص في التثقيف وبناء العلم المفيد، وإنهاء ما يقوم به الكارهون والمسيئون معًا لهذا الموضوع.

ومن ضمن تقاليد الطب النباتي، نموذج أسترالي مثير للجدل لورقة بحثية صغيرة، تحمل عنوان «دواء البيتوري، ونبات الدوبوازية»، وقام بإلقائها الجرّاح وعالم الطفيليات جوزيف بانكروفت على أعضاء جمعية كوينزلاند الفلسفية في عام 1877. وقد أشار بانكروفت إلى النبات المنتج لدواء البيتوري Duboisia hopwoodii، واستخدامه من قِبَل السكان الأصليين لوسط أستراليا كـ«مخدر محفز».

وقد عرّف عالم النبات الألماني الشهير فيرديناند فان مولر ـ المقيم في ميلبورن ـ العينات التي قام بجمعها بانكروفت، واعتقد أنّ خواص نبات الدوبوازية قد تشبه إلى حدٍّ كبيرٍ التأثير التخديري الذي يسببه نبات الداتورة، وهي مادة قلوية يتم استخلاصها من عائلة نبات ظل الليل، التي استُخدِمت لقرون في تخفيف الألم والربو. ونعرف من هذه الورقة أن بانكروفت كان يقوم باختبار تأثير هذا النبات على الحيوانات الأليفة؛ فوجد أنّ لها تأثيرات «غريبة» على هذه الحيوانات؛ فكانت (تبدو مصابة بالعمى، مع اتساع في حدقة العين لديها). وبعد ذلك.. وفي أثناء إعطائه جرعات للحالات التي تعاني آلامًا في منطقة العين، لاحظ «تأثيرًا سريعًا لديها»؛ فقام على الفور بتنبيه باقي زملائه الآخرين في أنحاء أستراليا بهذا الأمر. إنّ زراعة أستراليا لأنواع الدوبوازية والهجين منها تزوِّد العالَم بما يقارب 70% من مُجمل المواد شبه القلوية، كالسكوبولاماين، والأتروبين.

ومع تطوُّر علم الكيمياء، استُخلصت المواد الفعّالة ـ خاصةً ما يتعلّق بالتخدير ـ التي كانت من أكثر الأنشطة الطبية اعتمادًا على علم العقاقير وتأثير الأدوية. وكانت الاكتشافات المتعلّقة بالغازات الجوية، وعملية التنفس ـ وكلتاهما أساسيتان في عملية التخدير بالاستنشاق ـ قد اكتسبت الأهمية ذاتها. وعلينا ألّا ننسى ذكر اسم عالم الكيمياء الألماني السويدي، كارل فيلهيلم شيل، الشهير، الذي كان للنسخة الإنجليزية المترجمة لعمله «التجارب والمشاهدات الكيميائية حول النار والهواء» في عام 1780 نصيبٌ في معرض جامعة سيدني. ودائمًا ما يرتبط اسمه بقصة إخبار أنتوني لافوسير عن كيفية تحضير الأكسجين، حيث لم يقم الأخير بادّعاء ذلك لنفسه (في رسالة تمّ نشرها في باريس عام 1992).

ويتعدى هذا المعرض الكشف عن الجمال والحنين للكتب القديمة المميزة؛ ليذكرنا أنّه لا يوجد تخصص طبي كالتخدير، يعتمد بشكل كبير على تنوّع الفهم العلمي. إنّ تدبير وعلاج الألم – «البؤس المثالي، أسوأ الشرور»، حسبما وصفه جون ميلتون في قصيدته «الفردوس المفقود» ـ ما هو إلا مغامرة فكرية.■

جون كارمودي أستاذٌ فخري مساعد في تخصصات التشريح والفسيولوجيا في كلية العلوم الطبية بجامعة سيدني، أستراليا.
البريد الإلكتروني: john.carmody@sydney.edu.au

تصوير البيانات بصريًّا

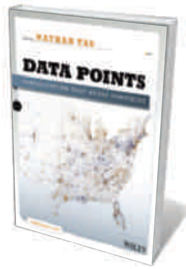
استخلاص المعنى

فيليس فرانكل تستمتع بعرض كتاب مُلهِم عن فن وعلم التصوير البصري للبيانات.

معظم العلماء، وربما أكثر، على وعي بالحضور المتزايد للتعبير البصري عن البيانات في الصحف والتلفاز والتسوق عبر الإنترنت، ووسائل التواصل الاجتماعي، وحتى ببعض العروض الترويجية لسياسات الكونجرس الأمريكي. أراهن أنّ ثمة مبنى إداريًّا جديدًا في واشنطن العاصمة خُصِّص لإبداع لوحات ملصقات محمَّلة بالرسوم البيانية من أجل أعضاء الكونجرس. إنّ كتاب «نقاط البيانات: التصوير البصري الذي يعني شيئًا» للإحصائي وخبير التصوير ناثان ياو يشير الى اسْتِجْلاء واضح وحماسي لهذه الظاهرة المتنامية.

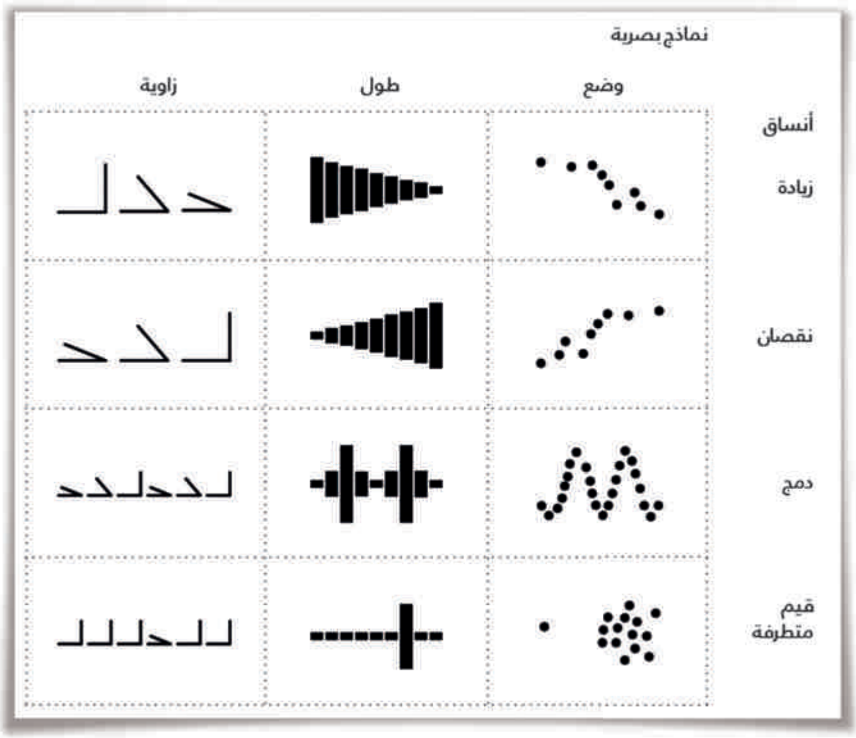
يُعَدّ الكتابُ المفصَّل «نقاط البيانات» مفيدًا بشكل خاص لأولئك الذين يعملون على التصوير البصري للبيانات العلمية، حيث يوجِّه القارئ من خلال أمثلة رائعة من البيانات، والرسوم، والسياق، والعرض والتحليل. إنه أكثر من مجرد دليل إرشادي؛ إذ يذكِّرنا ياو بأنّ الغرض الحقيقي من معظم أعمال التعبير البصري للبيانات هو البلوغ بالبيانات إلى غايات براجماتية. ويشير إلى الطرف الآخر من الطيف: التعبير البصري عن البيانات ابتُدِع عن طريق أولئك الذين أغواهم التصميم الفني، لدرجة أنْ يصبح المعنى غير ذي صلة. وكما يكتب ياو.. فإن المعرفة بالإحصاءات وبالتصميم «وامتلاك مهارات كلٍّ منهما تمنحك رفاهية، تنمو إلى حد الضرورة؛ للقفز جيئةً وذهابًا للتنقيب عن البيانات ورواية القصص».

ويغرينا ياو بالنظر والتَّدَبُّر، والدراسة، والتحليل، والحكم. فقد كانت له ـ باعتباره مصورًا بصريًّا للبيانات ـ اختيارات ذكية من الرسوم التوضيحية في هذه المجموعة المتنوعة الرائعة، ومن ثم فهي ليست للديكور فقط. خذ مثلًا «مشروبات القهوة مصوَّرة» للمبدع لوكيش ذاكار (http://go.nature.com/tcxs21). وهي وإنْ كانت يسيرة المنال، إلا أنها غنيّة بالمعلومات. ويُدْرِج ياو التصويرَ الفلكي التفاعلي الذي أبدعه سانتياجو أورتيز (http://go.nature.com/hwnsdx) ليضرب به المثل في التعبير عن أنّ المنظور والسياق متلازمان لا ينفصلان، وذلك عند تقريب مشهد السماء ليلًا وتدويره. إن تصوير البروج أنيق وبديع على حد سواء، ويمكن أن يصبح مصدر إلهام للعلماء الذين يبدعون تكوينات جزيئية تفاعلية. ورغم قلة عدد المعروف من تصوير بصري للبيانات العلمية تحديدًا، فإنه يمكن للباحث المبدع أن يجد الكثير كي يُكَيِّفه على هذا النهج.



نقاط البيانات: التصوير البصري الذي يعني شيئًا
ناثان ياو
جون ويلي وأولاده: 2013.
384 صفحة
£ 26.99 / $ 39.99

يشرح ياو المكونات الأساسية للتصوير البصري للبيانات، ويتحاور بشأنها، مبيِّنًا كيف يمكن لتغييرات بسيطة أنْ تطوِّر من قابليتها للقراءة. إنه يعلمنا كيف نفكر بيانيًّا. وفي أحد الشروح المستفيضة ـ وهناك الكثير منها ـ يستخدم بذكاء «الإشارات البصرية» التي وصفها ويليام كليفلاند، وروبرت ماكجيل في دراستهما عام 1985 عن إدراك الرسوم البيانية والطرق (.W.S Cleveland and R. McGill *Science* **229**, 828-833; 1985) في ذاك الجدول الذي يشجع القارئ على التفكير بطريقتها في التجريد البصري (انظر **الصورة**). يعرض الجدول أنساقًا توجد في البيانات ـ مثل زيادة أو نقصان في أعداد الأنواع ـ وكيف يمكن تمثيل هذا من خلال الرسوم البيانية في شكل زاوية، أو وَضْع، أو مساحة، أو إشباع لوني. كما يعرض كيف يمكنك أنْ تجرِّد مفهومًا أو بيانات على نحو بصري إلى تمثيل مُصاغ ـ بمعنى اختزال التعبير البصري إلى معلوماته الأساسية ـ وهو واحد من أقل ما نوقش، لكن مِنْ أهمّ عناصر التمثيل البصري الناجح.



الخصائص المختزلة إلى شكل: كل خلية تجمع بين خاصيتين للبيانات.

لديَّ بعض الانتقادات الطفيفة؛ التي قد تحتاج إلى عدسة مكبرة أثناء قراءة نقاط البيانات، منها: أنّ ثمة عددًا من الأشكال في حاجة إلى عدسات مكبِّرة؛ كي تصير ذات معنى على الصفحة المطبوعة، وأنّ عليك أنْ تَتَيَقَّنْ مِنْ مشاهدة الكثير من أمثلته العديدة للتصوير البصري المُعَدَّة للنشر أونلاين، لا سيما النوع التفاعلي منها. لقد وَدِدْتُ لو رأيتُ مناقشةً متعمقةً بشكل أكبر عن تمثيل عدم اليقين. نحن ندرك جميعًا المستويات المختلفة من عدم الدقة في البيانات المتوفرة لدينا. وعدم إيصال هذا بطريقة أو بأخرى في تمثيلاتنا البصرية للبيانات قد ينطوي على غياب المسؤولية، ولكن تلك الممارسة قد تسوغ لنا إفراد كتاب منفصل لها. وأخيرًا، وجدتُ أنه من المزعج ألّا تظهر أشكالٌ عديدةٌ بجانب الإشارة المذكورة لها في النص؛ ولذلك.. اضطررت ـ في بعض الأحيان ـ إلى قلب صفحة، أو حتى اثنين؛ لأرى ما كان يصفه ياو.

إنّ هذا الكتاب سيظلّ عملًا متميزًا.. إذ يمكنني أنْ أتصور بعض عيون مجتمع التصوير البصري لدى الوهلة الأولى، وهي تتقلب حيرةً، وهي تطالع لأول مرة بعض أمثلة ياو، التي من المفترَض أنها تبدو «واضحة».وهناك الكثير الذي يمكن أنْ تتعلمه من دراسة ما يفعله ياو هنا، كتعريف وتوضيح التصوير البصري الجيد بوضوح ودقة بأنه «تمثيل البيانات التي تساعدك على معرفة ما لم تكن لتراه، إذا ما نظرتَ فقط إلى المصدر المجرَّد... الاتجاهات والأنساق والقيم المتطرفة التي تخبرك عن نفسك وعمّا يحيط بك». شكرًا لك، ناثان ياو، لمساعدتنا في البدء. ■

فيليس فرانكل باحثة في مركز العلوم وهندسة المواد، التابع لمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، ماساتشوستس، الولايات المتحدة الأمريكية. كتابها الأخير هو «الاستراتيجيات البصرية: دليل عملي في الرسوم للعلماء والمهندسين»، وشاركتها تأليفه أنجيلا دي بيس.
البريد الإلكتروني: felfra@mit.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

الحمض النووي: الأرشيفات تكشف ترشيحات نوبل

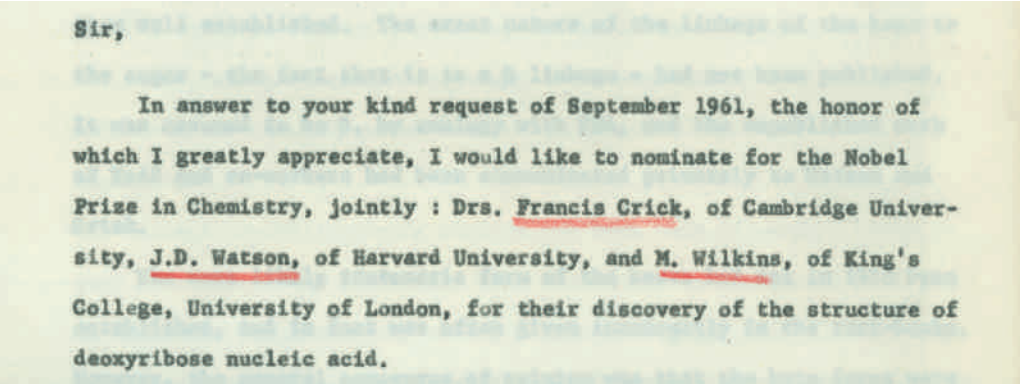
نُشرت مؤخرًا خطابات، سَلَّطت الضوءَ على ترشيحات جائزة نوبل لاكتشاف اللولب المزدوج للحمض النووي قبل 60 عامًا.

ففي يوم 31 ديسمبر من عام 1961، أرسل فرانسيس كريك لجاك مونود ـ بناءً على طلب من مونود ـ تقريرًا يتكوَّن من تسع صفحات عن اكتشاف تركيب الحمض النووي (انظر: D.T. Zallen *Nature* **425**, 15; 2003). عرض كريك ما كان معروفًا قبل العمل على التركيب الذي بدأ في عام 1950، وفصَّل إسهاماته هو وجيمس واتسون، ولخَّص العمل الذي يؤكد أن نموذجهما كان صحيحًا. كتب كريك: «آمل ألّا يكون (أي التقرير) بعيدًا عن الشيء الذي أردته. إنه لكرم شديد منك أن تتحمل كل هذه المتاعب بالنيابة عنا». المصدر: (مكتبة ويلكوم، لندن).

تم فهم ذلك على أن مونود كان يستعد لترشيح واتسون، وكريك لجائزة نوبل في الفسيولوجيا أو الطب، تلك الجائزة التي فازا بها في عام 1962 مع موريس ويلكنز. كتب واتسون، في كتابه الصادر في عام 2007 قائلًا: «تجنَّبَ الناسَ المُمِلِّين» عن دار نشر نوف: «جاك مونود [...] لم يستطع أن يخفي عن فرانسيس كريك أن عضوًا في معهد كارولينسكا في ستوكهولم طلب منه أن يرشحنا في شهر يناير لجائزة نوبل في الفسيولوجيا أو الطب لعام 1962».

لذلك.. فقد فوجئنا بعدم العثور على خطاب ترشيح مونود بين الخطابات التي تم نشرها من قِبَل لجنة نوبل لعلم الفسيولوجيا أو الطب. ووجدناه، بدلاً من ذلك، في أرشيفات معهد باستير في باريس. وخلافًا لما هو متوقَّع، كان الترشيح لجائزة نوبل في الكيمياء (انظر الخطاب، **في الصورة**). وذهبت جائزة الكيمياء في عام 1962 إلى ماكس بروتز، وجون كندرو؛ لتحديدهما تركيب الهيموجلوبين، والميوجلوبين.

إن حقيقة أن اللولب المزدوج كان


Sir,

In answer to your kind request of September 1961, the honor of which I greatly appreciate, I would like to nominate for the Nobel Prize in Chemistry, jointly : Drs. Francis Crick, of Cambridge University, J.D. Watson, of Harvard University, and M. Wilkins, of King's College, University of London, for their discovery of the structure of deoxyribose nucleic acid.

INSTITUT PASTEUR

خطاب جاك مونود الذي أرسله للجنة جائزة نوبل عام 1962، والذي يرشح فيه فرانسيس كريك وجيه. دي. واتسون لجائزة نوبل في الكيمياء، وهو الخطاب الذي تم العثور عليه في أرشيفات معهد باستير في باريس

موضع ترشيحات للجائزتين لا بد أنها قد سبَّبت معضلة لِلَّجْنَتَيْن. وقد تم تسليط الضوء على ذلك في خطاب من الحائز على جائزة نوبل، جورج بيدل (الذي فاز بالجائزة في الطب في عام 1958) مرشِّحًا كريك، وواتسون، وويلكنز لجائزة عام 1961.

وبعد الاتفاق على أن التركيب يستحق التقدير من خلال جائزة الكيمياء، مضى قائلاً: «ولكني أشعر أيضًا ـ وبشكل أكثر قوة ـ أنه من المهم جدًّا لعلم الأحياء أن تعترف به الجائزة في علم الفسيولوجيا والطب، إذا لم يفعل الكيميائيون ذلك».

وربما، كما يعبر عن ذلك مؤرخ العلوم هوراس جودسون بأن «لجان نوبل، مع خفة الظل التي لم يكن معروفًا عنهم أنهم يمتلكونها، قد اتفقت معًا على إعطاء جوائز لكلا الاكتشافين [...] المقدَّمَين في مختبر كافنديش في عام 1953». (H.F. Judson *The Eighth Day of Creation* CSHL Press, 1996).

كان أول ترشيح يذكر تركيب الحمض النووي مِن عالم الفيروسات البريطاني مايكل ستوكر، الذي أوصى بكريك وواتسون لجائزة الفسيولوجيا أو الطب لعام 1960. وأعقبت ذلك ثلاثة ترشيحات.. واحد لجائزة 1961، واثنان لجائزة 1962 (انظر الجدول). كانت أول ترشيحات الكيمياء (من جاك مونود، وبيتر كامبيل، وويليام ستاين، وجون كوكروفت، وستانفورد مور) للحصول على جائزة 1962 (معلومات من أرشيفات نوبل، الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم).

إن خطاب كريك لمونود يقرّ بأهمية بيانات الأشعة السينية لروزاليند فرانكلين لخصائص معينة من التركيب. وقد توفيت فرانكلين في عام 1958. ولأنّ جائزة نوبل لا تُمنح لشخص بعد وفاته، لم يمكن وضعها في الاعتبار لجائزة عام 1962، ولا في الواقع في أيٍّ من الترشيحات السابقة.

ألكسندر جان، جان إيه. ويتكووسكي، مختبر كولد سبرينج هاربور، نيويورك، الولايات المتحدة.
witkowsk@cshl.edu

الحمض النووي: السلاسل المزدوجة حلّت اللغز

اليوم هو الذكرى السنوية الـ60 لمنشور مجلة «نيتشر» المكوَّن من ثلاث ورقات عن تركيب الحمض النووي، الذي كتبه جيمس واتسون، وفرانسيس كريك، وفِرَق يرأسها والدي الراحل موريس ويلكنز، وروزاليند فرانكلين (*Nature* **171**, 737-738; 738-740 and 740-741; 1953). فمن السهل أن ننسى أنه في إبريل 1953، سخر العلماء القليلون الذين سمعوا عن الحمض النووي، واعتبروه شيئًا غير مهم.

وكَتَبَ والدي إلى واتسون، وكريك في ذلك الوقت قائلًا: «ليس هناك تذمر جيد.. أعتقد أن المهم هو أنها فكرة مثيرة، وليس مهمًّا مَن الذي أتى بها». وأشُكّ في أنّ أي شخص كان على صلة بهذا الخطاب سيعتقد أن هناك كمًّا كبيرًا من «التذمر» سوف تجلبه الـ60 سنة القادمة بشأن «الفائزين» و«الخاسرين».

لقد ظهر تركيب اللولب المزدوج للحمض النووي من السلاسل المزدوجة للنموذج النظري لجامعة كمبريدج، والدقة التجريبية لكلية كينجز كوليدج لندن، وكان لكلا الإسهامين أهمية في دِقّته، والتحقُّق من صحته.

تشاركت الشخصيات الأربع المختلفة في «سباق من أجل الحمض النووي» في اهتمام مشترك حول تأثير العلوم ـ بما فيها علومهم ـ على الجنس البشري. ولم يستطع أحد توقُّع أن عملهم سوف يكون له مثل هذا الأثر. دَعُونا نأمل في أن تكون النتيجة النهائية لهذه «النظرية المثيرة للغاية» ـ التي عمرها 60 عامًا ـ هو أن نصبح جميعًا فائزين.

جورج ويلكنز، لندن، المملكة المتحدة.
georgewilkins1@hotmail.co.uk

الترشيحات لجائزة نوبل في الفسيولوجيا أو الطب

المرشِّح	تاريخ تقديم الترشيح	عام الجائزة	المرشَّحون
مايكل ستوكر	22 يناير 1960	1960	فرانسيس كريك، وجيمس واتسون
جورج بيدل	19 نوفمبر 1960	1961	كريك، وواتسون، واقتُرح أيضًا موريس ويلكنز
ألبرت زينت جيورجي	6 ديسمبر 1960	1961	كريك، وواتسون
جيلبرت مدج	23 فبراير 1961	1961	كريك، وواتسون
تشارلز ستيوارت هاريس	6 نوفمبر 1961	1962	كريك، وواتسون، وويلكنز
جورج بيدل	7 نوفمبر 1961	1962	كريك، وواتسون، واقتُرح أيضًا ويلكنز

السفن الأوروبية تفرط في صيد السمك

إن الصين ليست المذنب الوحيد الذي يهدِّد النظم الإيكولوجية البحرية في غرب أفريقيا بسبب الإفراط في صيد السمك (*Nature* **496**, 18; 2013). فقد كانت غرب أفريقيا سلة السمك لجنوب أوروبا منذ الستينات. ويبذل الاتحاد الأوروبي قصارى جهده لتجديد اتفاقيات صيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

السمك الخاصة به مع الأمم الأفريقية.

وتُعتبر هذه الاتفاقيات موضع تساؤل، لأنها تعزِّز تصدير الموارد البحرية الأفريقية إلى الاتحاد الأوروبي على حساب الاقتصاديات المحلية والسيادة الغذائية. لقد سمحت المغرب للسفن الأوروبية بالإبحار في المياه الإقليمية للصحراء الغربية المجاورة؛ مما أدى إلى السطو على أرصدتها السمكية على نحو فعّال.

إن الصيد غير المنضبط للسمك الموجود قريبًا من السطح والأخطبوط من قِبل المئات من سفن الصيد الأجنبية له تأثير بيئي عميق على النظام الإيكولوجي لتيار الموجات المتقلبة حول جزر الكناري بالمحيط الأطلنطي، التي تعد نقطة ساخنة رئيسة للتنوع البيولوجي، وهو يدمر أيضًا الكميات الهائلة من السمك الذي تم صيده عرضيًّا.

تجري برامج بحثية الآن لقياس هذه الأضرار الجانبية. وتتأثر بذلك بعض الفقاريات الضعيفة للغاية والمُهدَّدة بالانقراض، بما في ذلك الفقمة الراهبة، وأنواع عديدة من سمك القرش، والدلافين، والسلاحف البحرية، ومئات الآلاف من الطيور البحرية بجزر ماكرونيزيا والمنطقة الشمالية المتجمدة القديمة، التي تتكاثر وتقضي فصل الشتاء على طول الساحل الأفريقي الغربي (انظر، على سبيل المثال: J.Zeeberg *et al*. *Fish. Research* **78**, 186-195; 2006).

لذا.. فإننا نحث أعضاء البرلمان الأوروبي على إعادة النظر في سياسات الصيد الأفريقية الخاصة بهم، مع الأخذ بعين الاعتبار الآثار السياسية والاجتماعية والبيئية المدمرة لمصايد السمك الصناعية الكبيرة الخاصة بهم.

راؤول راموس، مركز علم البيئة الوظيفي والتطوري (CEFE)، CNRS، UMR5175، مونبلييه، فرنسا.
raul.ramos@cefe.cnrs.fr
ديفيد جريميليت، CEFE-CNRS، مونبلييه، فرنسا؛ و PFIAO، مركز التميُّز DST/NRF، جامعة كيب تاون، جنوب أفريقيا.

ثلاثون عامًا في مجال النباتات المُعدَّلة وراثيًّا

يصادف هذا الشهر الذكرى الثلاثين لأول إدخال ناجح لجين أجنبي في نبات (L. Herrera-Estrella *et al*. *Nature* **303**, 209-213; 1983). ومن أجل التغلب على العقبات الزراعية الضخمة الموجودة في الوقت الحالي، يتعيّن علينا أن ننتقل إلى نموذج يجمع بين أفضل خصائص تقنية التعديل الوراثي، وتلك الخصائص الخاصة بالزراعة العضوية والتقليدية.

لقد أحدثت الهندسة الوراثية ثورة في البحوث النباتية الأساسية، وسرَّعت من وتيرة التحسينات الاستراتيجية في المحاصيل. فقد تمت زراعة أكثر من 170 مليون هكتار من المحاصيل المُعدَّلة وراثيًّا في جميع أنحاء العالم في العام الماضي، بما يعود بالنفع على البيئة والمجتمع (انظر: nature.com/gmcrops).

تأسست هذه الإنجازات على دراسات رائدة منذ عام 1947، وذلك عندما أشار عالِم أمراض النبات، أرمين براون، إلى أن الحمض النووي الموجود في بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* ـ وهي بكتيريا تصيب النباتات ـ يمكن أن يستحث حدوث الأورام. وكَشَفَ العملُ اللاحق (1974-1980) من قِبَل مجموعات برئاسة مارك فان مونتاجو وجيف شيل في بلجيكا، وماري ديل شيلتون في الولايات المتحدة الأمريكية، وروب شيلبيرورت في هولندا أنّ تلك البكتيريا تقوم بتسليم جزء من الحمض النووي الخاص بها إلى الحمض النووي بنواة النبات، وذلك باستخدام نظام الاندماج بالبلازميد، الذي يُعَدّ واحدًا من أقدم الاكتشافات الخاصة بآلية نقل الحمض النووي الطبيعي. وفي مايو عام 1983، نشر معمل فان مونتاجو وشِلّ هذا النظام كناقل للتعبير الجيني، وأصبحت النباتات المُعدَّلة وراثيًّا أمرًا واقعًا.

فيم جرونفالد، جو بيري، معهد فلاندرز للتقنية الحيوية (VIB)، جينت، بلجيكا.
wim.grunewald@vib.be
ديرك إنزيه، معهد فلاندرز للتقنية الحيوية وجامعة جينت، جينت، بلجيكا.

ينبغي للدوريات الوضوح بشأن المخالفات

اضطلع المؤتمر العالمي لنزاهة البحث العلمي ـ الذي عُقد في الفترة من 5 إلى 8 مايو الماضي في مونتريال بكندا ـ بمهمة تعزيز تحمُّل المتعاونين لمسؤولية نزاهة أبحاثهم بشكل أكبر (انظر: go.nature.com/lsd1p5).

أعتقد أن المزيد من الضغوط ينبغي أيضًا أن تمارَس على الدوريات العلمية، التي يجب عليها إعلان وتنفيذ سياساتها بشكل واضح فيما يختص بشأن نتائج البحوث التي يُبَلَّغ عن احتيالها.

وقد دُعِيَت الدوريات العلمية في عام 2010 إلى تحسين الإجراءات؛ لمعالجة الإدعاءات المتعلقة بسوء السلوك والممارسات البحثية غير المسؤولة (www.singaporestatement.org)، لكن التقدم كان غير مُرْضٍ، حيث تبيَّن أن 40% من بعض دوريات الطب الحيوي ذات معدل التأثير العالي ـ على سبيل المثال ـ لا تمتلك سياسات للتأليف، ناهيك عن سياسات تعريف ومَنْع ومعاقبة ممارسات سوء السلوك العلمي (X. Bosch *et al*. *PLoS ONE* **7**, e51928; 2012).

ولا يوجد عُذْر لعدم القدرة على التصرف في مواجهة مشكلة شائعة طال أمدها. لقد أقرت جمعيات التحرير والناشرين مبادئ توجيهية بشأن مسؤوليات المحررين فيما يتعلق بسوء السلوك المشتبه فيه، أو المؤكَّد في الأبحاث (انظر: go.nature.com/egc43n). لقد أصبح الكشف التلقائي للانتحال والتلاعب بالصور منتشرًا على نطاق واسع في الوقت الحالي، كما أصبح الكشف الإلزامي للتضاربات المالية وغير المالية للمصالح ممارسةً معتادة.

ويمكن أن تقوم النزاعات القانونية وغيرها من التعقيدات بتوريط الدوريات العلمية التي لا تعلِن عن سياساتها المتعلقة بسوء السلوك على الملأ. والأسوأ من ذلك.. هو أن تلك الدوريات العلمية تسيء إلى المجتمع العلمي.

زافيير بوش، قسم الطب العام، عيادة المستشفى، جامعة برشلونة، إسبانيا.
xavbosch@clinic.ub.es

حوار مفتوح حول هندسة الطاقة الشمسية

تتفق مع كلايف هاميلتون في أن استخدام الهندسة الجيولوجية لمواجهة تغيُّر المناخ هو موضوع معقد ومثير للجدل (*Nature* **496**, 139; 2013). إن هذا ـ على وجه التحديد ـ هو السبب في الحاجة إلى مناقشة واسعة النطاق، مفتوحة، ومستنيرة، وموضوعية. وهذا ينطبق بشكل خاص على البحوث في تقنيات «إدارة الإشعاع الشمسي» SRM، التي قد تكون سريعة ورخيصة وفعّالة، وفي الوقت نفسه محفوفة بالمخاطر.

لهذا.. دُشِّنت مبادرة منظمة «إدارة الإشعاع الشمسي» www.srmgi.org، لضمان أمان ودِقّة وشفافية أي بحث يتم إجراؤه. وهي منظمة غير حكومية، دعت إلى تدشينها الجمعيةُ الملكية، وصندوق الدفاع عن البيئة، وأكاديمية العالم الثالث للعلوم، وأكاديمية العلوم للعالم النامي. وهي تضم منظمات شريكة من 16 دولة، وقد أدارت اجتماعات في آسيا وأفريقيا للحصول على آراء من أعضاء محليين في المجتمع العلمي، وغيرهم.

وفي الولايات المتحدة، أصدر مركز سياسات المشاركة الحزبية الثنائية في واشنطن العاصمة تقريرًا (انظر: go.nature.com/13ktv7)، يوصِي بأنّ أيّ برنامج للبحوث الهندسة الجيولوجية يجب أن تدعمه إدارة البحوث التي تتضمن التحكيم العلمي الشفاف والمداولات العامة.

وبالفعل، فإن المجتمع المتنامي من العلماء يأخذ في الاعتبار ـ هو والجهات المعنية الأخرى ـ الآثار الخطيرة لتقنيات إدارة الإشعاع الشمسي على الحكم والأخلاقيّات والسياسات.

جون شيبرد، جامعة ساوثهامبتون، المملكة المتحدة.
jgs@noc.soton.ac.uk
بيرهانو أبيجاز، الأكاديمية الأفريقية للعلوم، نيروبي، كينيا.
جين لونج، مركز سياسات المشاركة الحزبية الثنائية ، واشنطن العاصمة، وصندوق الدفاع عن البيئة، سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.

المخاوف المتعلقة بمزارع نخيل الزيت

يناقش «مجلس البيئة لولاية بارا» COEMA بالبرازيل قرارًا بشأن قانون الغابات البرازيلي الجديد، الذي سوف يساعد في تحديد الأراضي «منخفضة الأثر» التي تستخدم في «مناطق محددة قانونيًّا للحماية الدائمة» APPs. وأحد الاقتراحات أن مزارع زيت النخيل (*Elaeis guineensis*) ـ التي تتوسع بسرعة في شرق الأمازون ـ قد توفر خيارًا مستدامًا لاستعادة المناطق المحمية بشكل دائم. ومع ذلك.. لدينا بعض المخاوف بشأن هذا الاقتراح.

وتوجد أدلة من جميع المناطق المدارية (E.B. Fitzherbert *et al*. *Trends Ecol. Evol*. **23**, 538-545; 2008) تبيِّن أن مزارع نخيل الزيت لها تأثير كبير على البيئة، لأنها تتطلب مدخلات كيماوية زراعية كبيرة، وتستضيف عددًا قليلًا من الأنواع الأصلية. ولذلك.. يجب ألا يُسمح لمزارع نخيل الزيت أن تحلّ محل نباتات الغابات البرية، ولا يجب اعتبارها مكوِّنًا لاحتياطي الغابات المطلوبة قانونيًّا على أرض خاصة.

لهذا.. نقترح أنّ أي موافقة من «مجلس البيئة لولاية بارا» بالبرازيل ـ التي تعيِّن رسميًّا نخيل الزيت كمحصول منخفض التأثير ـ يجب أن تنتظر إجراء تحقيق كامل في الآثار البيولوجية والاجتماعية لزراعة نخيل الزيت في مناطق الحماية الدائمة. وهذا سوف يضمن أنّ الوظيفة البيولوجية لهذه المناطق الحساسة بيئيًّا لم تُنْتَهَك، كما يطالب القانون.

هناك مناطق أخرى عديدة أكثر ملاءمةً لزراعة نخيل الزيت، خاصة الأراضي المتدهورة، حيث إن التأثير على التنوع البيولوجي سوف يكون ضئيلاً للغاية.

ألكسندر سي. ليس، وإيما سي. جي. فييرا، متحف إيميليو جولدي، بيليم، بارا، البرازيل.
alexanderlees@btopenworld.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الآثار

تاريـخ الأواني الفخـاريـة في اليابـان

قَدَّمَ اكتشاف آثار دهون على قطع خزفية من عهد الجومون الياباني أَوَّلَ دليل على استخدام الآنية الفخارية في الطهو، وقد يدفع إلى معاودة التفكير في بعض جوانب الإبداع الإنساني.

سيمون كينر

يُعَدّ اختراع الفخار من أعظم الاختراعات التكنولوجية في التاريخ الإنساني. فقد مثّل إدراك إمكانية استخدام النار في تحويل الصلصال الطري إلى فخار مقاوِم للماء تحوُّلًا معرفيًّا بالغ الأهمية في طريقة تفاعل الإنسان مع المواد من حوله[1]. وحتى وقت قريب، كان علماء الآثار يعتقدون في وجود ارتباط بين الأواني الفخارية ونشأة المجتمع الزراعي. لهذا.. اعتُبر استخدام الأواني الفخارية في مجتمعات الصيد وجمع والتقاط الطعام أمرًا شاذًّا بدرجة ما، ومتعارضًا مع البديهة؛ فالأواني الهشة لا تلائم نمط الحياة القائم على الترحال وكثرة التنقل، وهو نمط يعتقد بأنه يمثل حياة معظم الناس قبل ظهور قرى الزراعة خلال العصر الحجري الحديث منذ 10 آلاف عام شرقي البحر المتوسط، لكن اكتشاف آثار الدهون على أوانٍ خزفية بشرق آسيا، يعود تاريخها إلى نهاية حقبة البليستوسين (العصر الحديث الأقرب) ـ أي منذ 12–15 ألف سنة ـ كان يعني أن الصيادين استخدموا الأواني في الطهو. ويوضح تقرير كريج وزملائه[2] كذلك نموذجًا للدور الجوهري للعلم في سد فجوات التاريخ، والربط بين العصور ومختلف الحقب الزمنية.

رصد كريج وزملاؤه الحصول استخراج وتحليل أول عينة من الدهون في رواسب محروقة من بقايا وجبات في عصور ما قبل التاريخ، وكانت الدهون ملتصقة بأسطح قطع أوانٍ فخارية قديمة. ويوضِّح وصف المؤلفين للدهون، المدعَّم بتحليل النظائر المستقرة أن المجتمعات التي عاشت في أواخر عصر البليستوسين ـ فيما يُعرف اليوم بأرخبيل اليابان ـ كانت تستخدم الآنية الفخارية في طهو السمك، سواء أكان من المياه العذبة، أم البحر. وبوجود تقارير أخرى عن اكتشاف آنية من الفخار بشرق آسيا تعود إلى عصور موغلة في القدم، قد تمتد إلى 20 ألف سنة خلت[3]، يغدو تطبيق التحليل العلمي الصارم على هذه الآثار بالغ الدلالة لتعزيز فهمنا للسياقات الثقافية التي صُنعت واستُخدمت فيها هذه الآنية الفخارية.

دلائل الآنية الفخارية التي تنتمي إلى عصر البليستوسين المتأخر ليست جديدة تمامًا، ولكن المعلوم قليل عن استخدامات هذه الأوعية. ففي أواخر الستينات، تم اكتشاف بقايا خزفية رقيقة مع شفرات ضئيلة من حجر



الشكل 1 | إناء حساء سمك من أواخر عصر البليستوسين (الجليدي). اكتُشفت قدور من الخزف، تعود إلى أواخر عصر البليستوسين (الجليدي) بمواقع عديدة في شرق آسيا، منها هذا الوعاء البدائي، الذي يعود إلى حقبة الجومون من كوبوديرا ـ مينامي بمقاطعة نيجاتا، منذ حوالي 15 ألف سنة. وكشف تحليل كريج وزملائه[2] لهذه الفخاريات عن آثار دهون على الأوعية؛ مما يشير إلى أن هذه الأوعية استُخدمت في طهو السمك.

السبج (زجاج بركاني أسود) في كهف فوكوي Fukui Cave بجنوب غرب اليابان، تعود إلى 12 ألف سنة[4].

لم يحسم الجدل حول وجود آنية فخارية من عصر البليستوسين سوى تطبيق[5] نوع جديد من تحديد العمر بالكربون المشع ـ يستخدم تقنية «مسرع قياس الطيف الكتلي» accelerator mass spectrometry ـ على التراكمات الكربونية على سطح قطع خزفية من وعاء صغير غير مزخرف بشمال اليابان عند أوداي ياماموتو. وقد اشتهرت هذه التقنية باستخدامها في إعادة تقييم تاريخ كفن تورينو.

وعندما أُعلن لأول مرة عن التواريخ المبكرة لاستخدام الفخار في كهف فوكوي ومواقع أخرى، تردد كثيرٌ من علماء الآثار اليابانيين في قبولها. وفي الوقت نفسه، كان تحديد التقويم الزمني لما قبل التاريخ في اليابان يعتمد غالبًا على تمييز الأنماط المختلفة للآنية الفخارية. وترجع نشأة هذا الإطار المنهجي إلى أبحاث ما قبل الحرب، التي تجنبت التحديد الصريح للعصور الزمنية، تفاديًا لمناقضة تقويم التاريخ الياباني الذي وضع في نصين يرجعان إلى القرن الثامن، هما «كوجيكي» *Kojiki* و«شُوكِي» *Nihon Shoki*.

أثناء حُكْم العسكر في الثلاثينات والأربعينات، كان التشكيك في هذه المصادر المقدسة أمرًا محظورًا. وحتى بعد 1945، كما في أوروبا، وجدت رموز السلطة استحالة في التوفيق بين تقويم معتمد على الكربون المشع للاكتشافات التاريخية، وبين تقويمات وفقًا لمنهجهم الخاص[6,7].

وفضلًا عن ذلك، وحتى التسعينات، كان يُعتقد بأنّ أغلب السكان الحاليين للأرخبيل الياباني ينتمون إلى سلالة الشعوب الزارِعَة للأرز في فترة يايوي Yayoi، التي كان يُعتقد آنذاك بامتدادها بين سنتي 300 قبل الميلاد، و300 بعد الميلاد. واعتُبر ظهور زراعة الأرز في الألفية الأولى قبل الميلاد نقطة تحول رئيسة في السكان والثقافة عن حقبة جومون Jōmon السابقة، التي سميت بالاسم الرمزي للوعاء الفخاري المُعَلَّم بدوائر تشبه الحبال (انظر الشكل 1). وساد اعتقاد بأنّ مجتمعات الجومون مجرد سكان أصليين بدائيين، لا تأثير لهم في تطور الثقافة اليابانية اللاحقة[8].

وقد غَيَّرَ سيل الاستكشافات الأثرية الجديدة بفترة الازدهار بعد الحرب من صورة مجتمع جومون. فقد أثمرت عمليات الاستكشاف والحفر التي جرت في بداية التسعينات لإحدى أكبر مستوطنات جومون المعروفة في سنّاي ماروياما (Sannai Maruyama) ـ على بعد كيلومترات قليلة من أوداي ياماموتو (Odai Yamamoto) ـ عن اكتشاف أطلال المباني والمدافن وأدلة على التخطيط المكاني، وثقافة مادية غنية، تتضمن أطنان الكسر الخزفي. وأظهر التقويم بالكربون المشع أن الموقع كان مأهولًا بالسكان باستمرار، بمستويات متباينة من الكثافة طيلة ألفي عام تقريبًا[9]. وتم الإعلان عن هذه الاكتشافات بينما كانت اليابان تتعايش مع نهاية مسار النمو الاقتصادي، الذي بدا كأنه بلا نهاية، واستولت ثقافة جومون على وجدان الشعب، إذ قدَّمتْ رؤية بديلة لحياة المجتمع المستدامة

بأرخبيل اليابان. وتَبَنَّى الناسُ شعبَ الجومون، باعتبارهم أسلافهم، مما ينسجم مع البيئة الطبيعية لليابان[10].

ولاحقًا، حدثت أزمة كبيرة في اليابان. ففي عام 2000، ظهر أن ادعاءات الثمانينات والتسعينات عن تواريخ سحيقة لمواقع من العصر الحجري المبكر في هونشو Honshu الشرقية ليست إلا نتائج أنشطة احتيال وتزوير (للحصول على ملخص، انظر المرجع 11). بعثت تلك الاكتشافات بموجات صادمة عبر حقل الآثار، وقوضت ثقة الناس في علماء الآثار الذين بذلوا جهودًا لتسجيل تاريخ جديد لليابان منذ 1945، عندما لم تعد الرواية التاريخية التي قدمها كوجيكي ونيهون شوكي مقبولة كمصدر لتحديد التاريخ الياباني المبكر[12].

تورط خبراء الأساليب المستخدمة لتحديد الأحماض الدهنية على المكتشفات الأثرية في هذا التزوير، مما قَوَّض مصداقية هذه الأساليب. وأدى هذا الموقف المؤسف إلى لاعتراف بحاجة علماء الآثار إلى مهارات تؤهلهم لتقييم المعلومات العلمية بدقة، وأن هذا التقييم ينبغي أن يكون متاحًا للنقد الدولي. والتحليلات التي قدمها كريج وآخرون لا تسترد الثقة في استخدام أساليب تحليل الدهون لاستنباط الاستدلالات حول القطع الأثرية فحسب، لكنها أيضًا تمثل موردًا هائلًا توفره الآثار اليابانية لفهم التاريخ الإنساني.

إنّ معرفتنا بأنّ مجتمعات الصيد والجمع والالتقاط صنعت واستخدمت آنية خزفية في أواخر عصر البليستوسين في مناطق عديدة بشرق آسيا ـ من اليابان إلى شرق روسيا الأقصى، وشمال الصين وجنوبها ـ تعني أن استخدام الآنية الفخارية بين تلك المجتمعات ليس أمرًا شاذًّا في العالم القديم. في الواقع، قد تكون هناك أدلة على مسارات دخول الفخار في أوروبا، دون ارتباط بمعرفة الزراعة[13].

وتبقى هناك أسئلة عديدة حول كيفية اختراع الفخار ودوافع ذلك.. فمثلًا، أقدم مكتشفات خزف معروف لم تكن أوعيةً على الإطلاق، بل كانت بقايا متكسرة من تماثيل صغيرة، كالتي تعود إلى 29 ألف سنة من موقع دولني فيستونيس (Dolní Věstonice) بجمهورية التشيك[14]. ورغم احتمال أن أقدم الأوعية المعروفة استخدمت في الطهو، لا ينبغي من البداية إغفال الأهمية الخاصة التي حظيت بها هذه التكنولوجيا الجديدة. فكون الطهاة الذين استخدموا هذه الأوعية في عصور ما قبل التاريخ متساهلين في غسلها، يتيح لنا ـ إلى حد ما ـ تحليل محتويات وجباتهم، كما بدأ يفعل كريج وزملاؤه. نحتاج لتوسيع نطاق هذا التقييم ليشمل المغزى الثقافي لما كانوا يأكلونه لأجل فهم أفضل لأسباب احتياجهم أوعية من الفخار[15]. ■

سيمون كينر يعمل بمركز الآثار والتراث، التابع لمعهد سينزبري لدراسة الفنون والثقافات اليابانية؛ وكذلك بمركز الدراسات اليابانية، جامعة إيست أنجليا، نوريتش، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: s.kaner@uea.ac.uk

1. Kobayashi, T. *Jōmon Reflections: Forager Life and Culture in the Prehistoric Japanese Archipelago* (eds Kaner, S. & Nakamura, O.) (Oxbow, 2004).
2. Craig, O. E. *et al. Nature* **496,** 351–354 (2013).
3. Wu, X. *et al. Science* **336,** 1696–1700 (2012).
4. Aikens, C. M. & Higuchi, T. in *Prehistory of Japan* 99–104 (Academic, 1982).
5. Odai Yamamoto I Site Excavation Team (eds) *Archaeological Research at the Odai Yamamoto I Site* (Kokugakuin Univ., Tokyo, 1999).
6. Barnes, G. L. *Antiquity* **64,** 929–940 (1990).
7. Renfrew, C. *Before Civilisation* (Penguin, 1973).
8. Morse, E. S. Traces of an early race in Japan. *Popular Sci. Mon.* **14,** 257–266 (1879).
9. Habu, J. *Antiquity* **82,** 571–584 (2008).
10. Hudson, M. J. in *Hunter-gatherers of the North Pacific Rim* (eds Habu, J., Savelle, J. M., Koyama, S. & Hongo, H.) 263–274 (Senri Ethnol. Studies No. 63) (2003).
11. *Inspection of the Early and Middle Palaeolithic Problem in Japan* (Japan. Archaeol. Assoc., 2003).
12. Kaner, S. *Before Farming* **2,** 4 (2002).
13. Jordan, P. & Zvelebil, M. (eds) *Ceramics Before Farming: The Dispersal of Pottery Among Prehistoric Eurasian Hunter-gatherers* (Left Coast, 2010).
14. Vandiver, P. B., Soffer, O., Klima, B. & Svoboda, J. *Science* **246,** 1002–1008 (1989).
15. Kaner, S. in *Ceramics Before Farming: The Dispersal of Pottery Among Prehistoric Eurasian Hunter-gatherers* (eds Jordan, P. & Zvelebil, M.) 93–120 (Left Coast, 2010).

علم المناعة

خلايا الذاكرة تُطلِق صافرة الإنذار

في اكتشاف قد تكون له نتائج على تصميم اللقاحات، تَبَيَّن أن خلايا الذاكرة المناعية بالأسطح المخاطية تستجيب لمسببات الأمراض التي تصادفها بإطلاق إشارات تستقطب خلايا الذاكرة الأخرى إلى الموقع.

جنيفر إ. سميث–جرافين، ولويس ج. سيجال

يزيل جهاز المناعة عوامل الإمراض التي صادفها سابقًا بكفاءة أعلى، مقارنة بعدوى يواجهها لأول مرة، لأن الخلايا المتخصصة ـ المعروفة باسم خلايا الذاكرة ـ تتذكر عوامل الإمراض؛ وتقضي عليها بسرعة. هذه العملية هي أساس جميع اللقاحات. وفي دراسة منشورة بدَوْرِيّة «نيتشر إميونولوجي» المتخصصة في المناعة، يُبيّن شِنْكِل وزملاؤه[1] أن عددًا صغيرًا من خلايا الذاكرة الموجودة قرب مواقع دخول المُمْرِضات بالفئران يطلق صافرة الإنذار التي تستقطب مزيدًا من خلايا الذاكرة من مجرى الدم، لتعزيز الدفاعات بالخط الأمامي؛ لمواجهة أي عدوى لاحقة بسرعة.

تبدأ معظم حالات العدوى بمُمْرِضات تخترق الأسطح الظهارية، كالجلد والأغشية المخاطية التي تبطن الأجهزة التناسلية والتنفسية والهضمية. يستجيب الجهاز المناعي من خلال عمليات مُنَسَّقة بين الخلايا المناعية الفطرية والتكيّفية؛ فتتوزع الخلايا الفطرية في أنحاء الجسم بأعداد كبيرة، ويمكنها فورًا تحديد المُمْرِضات، والاستجابة لها، لكنها تفتقد التخصص، وتخفق غالبًا في السيطرة على العدوى وحدها، لكن الخلايا البائية والخلايا التائية بالنظام المناعي التكيُّفي لديها مستقبِلات سطحية تتيح لها الاستجابة المتخصصة؛ ولديها أيضًا آليات متنوعة لاستئصال العدوى، فمثلًا، في حالة خلايا CD8+ التائية، يؤدي تقييد المستقبِلات بواسطة مُمْرِضات معينة إلى تنشيط هذه الخلايا، بحيث تبدأ في إنتاج بروتينات السيتوكاين المعدِلة للمناعة، وتكتسب وظيفة القتل. والخلايا المُتكيِّفة المختصة بممرض واحد بالغةُ الندرة، ولكي تقوم بوظيفتها تحتاج أولًا أن تتكاثر. وهذا يستغرق وقتًا. وهكذا، في غضون ذلك.. تحاول الخلايا المناعية الفطرية السيطرة على انتشار المُمْرِض.

ومن وظائف الخلايا الفطرية المهمة: إنتاج كيموكاينات chemokines، وهي مجموعة سيتوكاينات فرعية تجذب الخلايا المناعية الأخرى إلى موقع الإصابة (الشكل 1–أ). وإضافة إلى ذلك.. ترتحل بعض الخلايا الفطرية عبر «الطرق السريعة» للجهاز الليمفاوي لجلب المُمْرِضات أو بقاياها إلى الغدد الليمفاوية القريبة، وغيرها من الأعضاء الليمفاوية، حيث توجد عادة الخلايا الساذجة البائية والتائية (التي لم يتم تفعيلها بعد). وهنا تتكاثر أعداد الخلايا البائية والتائية القليلة التي تتعرف على المُمْرِضات؛ لتبلغ أعدادًا ضخمة، وتُفعِّل، ثم تهاجر إلى موقع العدوى الأولي. وبالنسبة إلى المُمْرِضات المتبقية بهذا الموقع، كفيروس الورم الحليمي، أو فيروس الإنفلونزا، قد تكون هذه الاستجابة كافية لاستئصال العدوى، لكن مُمْرِضات عديدة ـ منها فيروسات تسبب جدري الماء والجدري والحصبة ـ يمكنها التكاثر في الغدد الليمفاوية، وتتسرب عبر الأوعية الليمفاوية، لتبلغ الدورة الدموية؛ فتغزو أعضاء أخرى[2,3]. وفي هذه الحالات، يجب دخول خلايا CD8+ التائية بتلك الأعضاء لاستئصال المُمْرِض.

ورغم أن معظم خلايا CD8+ التائية تموت بعد انحسار العدوى، يبقى جزء من خلايا مختصة بمُمْرِض محدد ـ لكنها غير مفعَّلة ـ موجودًا بأعداد أعلى بكثير منها قبل العدوى. وتقيم بعض خلايا الذاكرة بالأعضاء الليمفاوية، بينما يدور بعضها الآخر في الدم، أو يبقى بأنسجة غير ليمفاوية في صورة خلايا ذاكرة تائية مقيمة T_{RM}[4,5]. ويمكن العثور عليها بالجلد والأنسجة المخاطية، وتستطيع إفراز سيتوكاينات بسرعة وقَتْل خلايا مصابة بالعدوى لدى تعرّفها على المُمْرِض[4] (انظر الشكل 1–ب). وهكذا، تتأهب خلايا الذاكرة مكانيًّا وزمانيًّا لتكون خط الدفاع الأول ضد معاودة العدوى. وأظهرت الدراسات على الفئران[6,7] وجود خلايا ذاكرة تائية مقيمة بالجلد والمهبل، يمكنها تقليل انتشار الفيروس في حالات العدوى الموضعية. ومؤخرًا، أظهر شِنْكِل وزملاؤه كيف تتواصل خلايا الذاكرة التائية المقيمة مع خلايا الذاكرة الدائرة بالدم؛ لحشد الجيش الخلوي لمعركة بموقع عدوى مسجَّلة بالذاكرة.

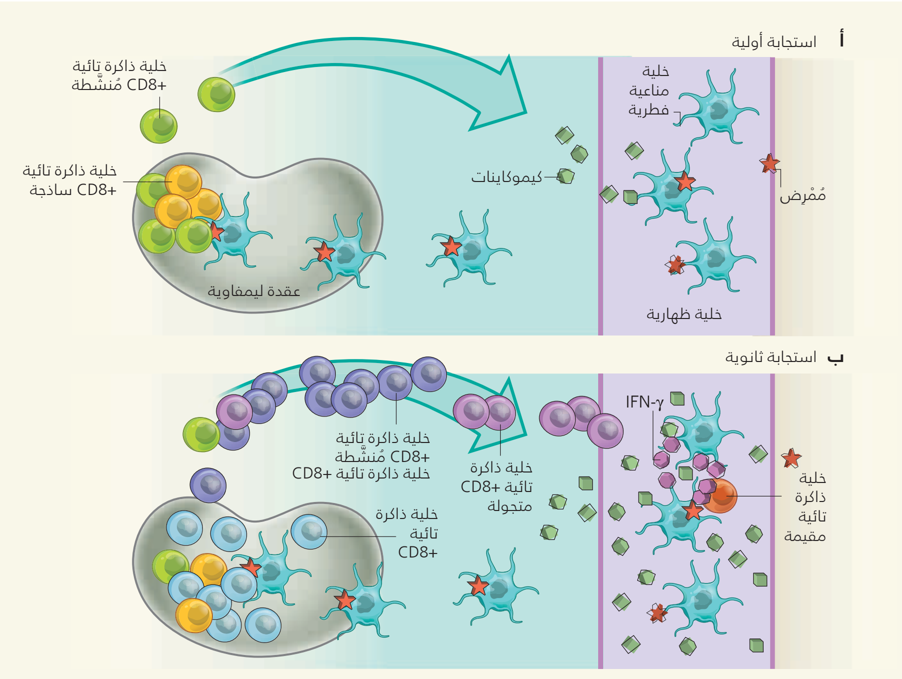
ويقدم شِنْكِل وزملاؤه أدلة قوية على أن لخلايا الذاكرة التائية المقيمة بالغشاء المخاطي المهبلي وظيفة تنبيه، كالخلايا المناعية الفطرية. فلدى إنتاج سيتوكاين IFN–γ بسرعة، تحثُّ خلايا الذاكرة التائية المقيمة الخلايا المناعية الفطرية والأوعية الدموية المحيطة؛ لإنتاج الكيموكاينات. وواحدها هو كيموكاين CXCL9، وهو جزيء ظَهَرَ أنه يجذب الخلايا التائية نحو المهبل[6]. لاحظ المؤلفون أنه بمجرد إطلاق تنبيه سيتوكاين IFN–γ، تُجنِّد خلايا الذاكرة التائية المقيمة وبسرعة أعدادًا إضافية كبيرة من خلايا الذاكرة CD8+ التائية؛ فتستقطبها من الدم نحو موقع العدوى. وجدير بالذكر أن استجابة الكيموكاين المحفّزة بخلايا الذاكرة التائية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المقيمة كانت أسرع وأكبر من استجابة الخلايا الفطرية، بل إن خلايا الذاكرة التائية CD8+ ـ المتأهِّبة للاستجابة السريعة ـ استقطبت فقط، ولم تستقطب خلايا CD8+ التائية الساذجة. ويُشار إلى أنه بعد التطعيم وإعادة تعريض الفئران لفيروس ڤاكسينيا vaccinia، خفضت خلايا الذاكرة التائية المقيمة في الجلد انتشارَ الفيروس في غياب الخلايا التائية الدائرة[7]؛ وهذا يشير إلى غياب وظيفة التنبيه، أو الاستغناء عنها ببعض ظروف العدوى. وبالتالي، ينبغي للدراسات المستقبلية تحديد أهمية وظيفة التنبيه هذه بمختلف الأنسجة والظروف المرضية.

وبتفعيل وظائفها التأثيرية الخاصة واستدعاء خلايا إضافية من خلايا الذاكرة التائية CD8+ إلى موقع العدوى، يُحتمل أنّ خلايا الذاكرة التائية المقيمة لا تُقلِّل فقط العدوى بالموقع الأساسي بشكل مباشر وغير مباشر، لكنها أيضًا تخفِّض انتشار المُمْرِض عبر العقد الليمفاوية. فوجود خلايا الذاكرة التائية CD8+ بالغدد الليمفاوية يحدّ من انتشار الفيروسات إلى الدم والأعضاء الأخرى[8,9]. ويخفض انتشارها بالعُقَد الليمفاوية، قد تخفض خلايا الذاكرة التائية المقيمة بعض أعبائها. وفي نهاية المطاف، كلما زادت حواجز الجهاز المناعي لمنع انتشار المُمْرِض؛ قلَّت فرصه في إحداث المرض.

وقد تُثبِت اللقاحات التي تُحفِّز خلايا الذاكرة التائية المقيمة T_{RM} أنها فعالة ضد المُمْرِضات المقاومة لاستراتيجيات التطعيم الحالية. فقد أظهرت الدراسات على الفئران[6] أنه بعد التطعيم، يمكن تشكيل تجمُّع من هذه الخلايا المختصة بمقاومة فيروس الهِرْبِس البسيط–2 بالغشاء المخاطي المهبلي بالاستخدام الموضعي لكيموكاين CXCL9، وأنّ هذا يؤدي إلى خفض انتشار هذا الفيروس بالعدوى اللاحقة. وتقترح نتائج شِنْكِل وزملائه ـ لأجل استجابة مقاومة مُثلى بخط المواجهة الأمامي ـ أنه ينبغي أنْ تُحفِّز اللقاحات تجمع خلايا الذاكرة التائية المقيمة وخلايا الذاكرة التائية المتجولة، التي يمكنها الاستجابة لتنبيه خلايا الذاكرة التائية المقيمة. ■



الشكل 1 | إنذارات السيتوكاين تُسرِّع استقطاب خلايا الذاكرة التائية. أ، خلال الاستجابة المناعية الأوليّة، تحاول الخلايا المناعية الفطرية في أسطح الجسم الظهارية السيطرةَ على المُمْرِضات، وتفرز بروتينات الكيموكاين التي تطلق صافرة الإنذار لتنبيه خلايا الجهاز المناعي التكيّفي. وإذا اخترق المُمْرِض خط الدفاع الأوّل هذا، ودخل الغدد الليمفاوية، فإنه سيُنشِّط بعض الخلايا التائية CD8+ الساذجة التي ستتعرف عليه. وتتكاثر هذه الخلايا وتنجذب إلى موقع العدوى بفعل الكيموكاينات. **ب،** بعد العدوى، تبقى بعض الخلايا التائية CD8+ المختصة بالمُمْرِض في الأعضاء الليمفاوية، في صورة خلايا ذاكرة تائية متجولة، أو مقيمة بالأنسجة. وخلال استجابة ثانوية، تتصرف خلايا الذاكرة التائية المقيمة في موقع العدوى بسرعة، وإذا دخل المُمْرِض العقدة الليمفاوية، تُنشِّط خلايا الذاكرة التائية المقيمة CD8+، فتتكاثر بسرعة؛ للحدّ من انتشار المُمْرِض من العقدة الليمفاوية وهجرته إلى الأنسجة المصابة بالعدوى. أظهر شِنْكِل وزملاؤه[1] أنه بالإضافة إلى وظيفتها المباشرة بالنسبة للخلايا المصابة بالعدوى، فإن خلايا الذاكرة التائية المقيمة RMT تطلق صافرة الإنذار؛ فتُفْرَز سيتوكاينات IFN-γ، التي بدورها تحفز الخلايا المحيطة لإنتاج الكيموكاين؛ لاجتذاب خلايا الذاكرة التائية CD8+ المتجولة نحو الأنسجة المصابة بالعدوى، وذلك قبل أي استجابة بالعقدة الليمفاوية.

1. Schenkel, J. M., Fraser, K. A., Vezys, V. & Masopust, D. *Nature Immunol.* **14,** 509–513 (2013).
2. Virgin, H. W. in *Fields' Virology* Vol. 1 (eds Fields, B. N., Knipe, D. M. & Howley, P. M.) 335–336 (Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, 2007).
3. Flint, S. J., Enquist, L. W., Racaniello, V. R. & Skalka, A. M. *Principles of Virology* 3rd edn (ASM Press, 2009).
4. Gebhardt, T. & Mackay, L. K. *Front. Immunol.* **3,** 340 (2012).
5. Jameson, S. C. & Masopust, D. *Immunity* **31,** 859–871 (2009).
6. Shin, H. & Iwasaki, A. *Nature* **491,** 463–467 (2012).
7. Jiang, X. *et al. Nature* **483,** 227–231 (2012).
8. Remakus, S. *et al. Cell Host Microbe* (in the press).
9. Xu, R. H., Fang, M., Klein-Szanto, A. & Sigal, L. J. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 10992–10997 (2007)

جنيفر إ. سميث-جرافين، ولويس ج. سيجال يعملان بمعهد أبحاث مركز فوكس تشيس Fox Chase للسرطان، برنامج تنمية الخلايا المناعية ودفاع المضيف، فيلادلفيا، بنسلفانيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: Luis.sigal@fccc.ed

المناعة الذاتية

فَـرْك الجُـرْح بالمِلْـح

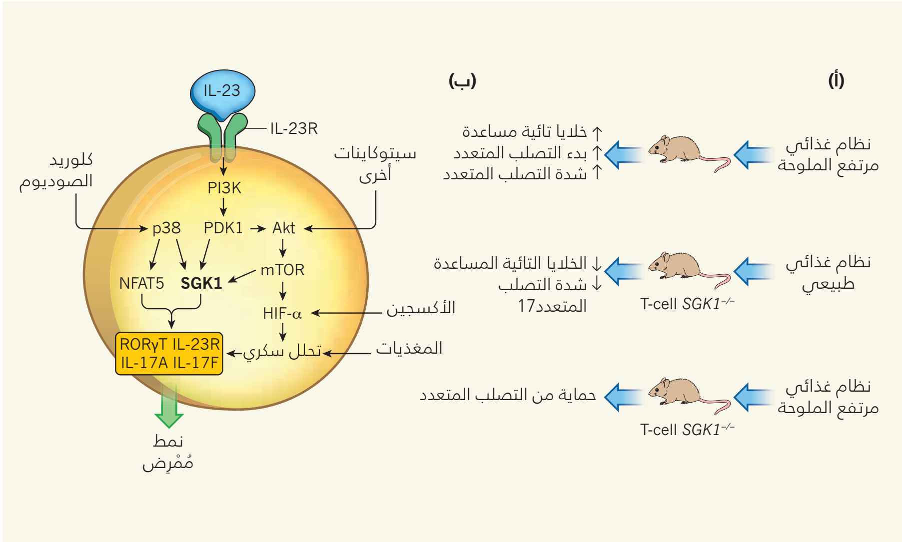
إنّ قدرة كلوريد الصوديوم على حَثّ نشاط إنزيمي يؤدي إلى توليد الخلايا المناعية المُمْرِضة TH17 تشير إلى تَوَرُّط الملح كعامِل محتمَل، قد يؤدي إلى تفاقم أمراض المناعة الذاتية.

جون جيه. أوشيه، ورُوبيل جي. جونز

إنّ دور الجهاز المناعي هو حماية أجسادنا من العدوى الفيروسية والبكتيرية والفطرية والطفيلية. وهذا الجهاز معقَّد لدرجة أنه قد ينحرف. وإحدى تبعات ذلك هي أمراض المناعة الذاتية، وهي تنويعة اضطرابات، يتحول فيها جهاز المناعة ضد مضيفه. وتؤدي الوراثة والنوع ـ بلا شك ـ أدوارًا رئيسة في القابلية لأمراض المناعة الذاتية، لكنّ العوامل البيئية مهمة أيضًا. وفي هذا المجال، نشر كلاينڤيتفيلد وزملاؤه[1]، وكذلك وُو وزملاؤه[2] ـ بدَوْرِيّة «نيتشر» مؤخرًا ـ بيانات مستفزة، تشير إلى تورُّط مكوِّن جديد في هذا المزيج، ألا وهو المِلْح.

وتركِّز التقارير على (مايسترو) الاستجابات المناعية الحاسم، أي خلايا CD4+ التائية، أو الخلايا التائية المساعدة. تنظم هذه الخلايا الاستجابات المناعية، من خلال قدرتها على التمايز إلى فئات خلوية مختلفة، وفقًا لطبيعة المُمْرِض المهاجم. في العقد الماضي، تَرَكَّز اهتمام متزايد على مجموعة CD4+ الفرعية من الخلايا التائية، وتُعرف عمومًا بـ«الخلايا التائية المساعدة–17»[3-6] T_H17، وتفرز بدورها جزيئات سَيْتوكاينات، تنتمي إلى مجموعة «إنترلوكن–17» من مركبات التأشير الخلوي. وتبرز الخلايا المنتجة لـ«إنترلوكن17» بالقناة الهضمية، حيث تؤثر على وظيفتها الحاجزة، وتساعد على الحماية ضد العوامل المُمْرِضة والفطريات خارج الخلايا. ورغم ذلك.. قد يصبح هؤلاء المساعدون خونة، فـ«الخلايا التائية المساعدة–17» محركات مهمة لأمراض المناعة الذاتية، ولها خصائص التهابية.

وتروي الدراستان الراهنتان قصصهما بطرق شتى، وتُظْهِران كلتاهما أن ارتفاع تركيز كلوريد الصوديوم بمقدار (40-80 ملّي مول) في مستنبت ـ بوجه آخر ـ متساوي التوتر يعزِّز تمايز خلايا CD4+ التائية إلى خلايا تائية مساعدة–17 مخبريًّا. ربما تتعلق التجارب الأكثر استفزازًا بترابط (مع هذا الكشف) داخل الكائن الحي. ويوضح الباحثون أن الغذاء مرتفع الملوحة يسرع المرض العصبي في الالتهاب النخاعي الدماغي التجريبي ذاتيّ المناعة (EAE)، وهو نموذج دراسي لمرض المناعة الذاتية «التصلب المتعدد» لدى الفئران. استخدم الباحثون مثبطات، وجزيئات الحمض النووي الريبي المتدخِّلة، وبعض الفئران المحوّرة وراثيًّا (بحذف جين)؛ لاختبار دور مسالك



الشكل 1 | إنزيم SGK1 وتمايز الخلايا التائية المساعدة-17. أ، يقدم كلاينفيتفيلد وزملاؤه[1]، وكذلك وُو وزملاؤه[2] أدلة على أن نظامًا غذائيًّا مرتفع الملوحة قد يعزِّز تمايز فئة من الخلايا المناعية، تسمى «الخلايا التائية المساعدة-17» T_H17، ويُفاقِم المرض في نموذج دراسي ـ أُجري على الفئران ـ للتصلب المتعدد، يسمى الالتهاب النخاعي الدماغي التجريبي ذاتيّ المناعة (EAE). كذلك أظهر الباحثون أن الفئران التي تفتقد خلاياها التائية إنزيمًا يسمى SGK1 تُظْهِر انخفاضًا في شدة المرض، وتكون محميّة من التصلب المتعدد المتفاقم بفعل كلوريد الصوديوم. **ب،** يوضح المؤلفون أن كلًّا من تركيز كلوريد الصوديوم خارج الخلية، وإطلاق الإشارات من خلال مستقبِل إنترلوكن-23 يؤثر على نشاط إنزيم SGK1 لتحريك تعبير سمات «الخلية التائية المساعدة-17» المُمْرِضة، وتشمل إنتاج سيتوكاينات إنترلوكن-17A، وإنترلوكن-17F، وكذلك التعبير المعزز عن مستقبل إنترلوكن-23 ، وعامل النسخ RORγT (المشفَّر بواسطة Rorc). ومع ذلك.. فإن هذا الكشف يجب أن يؤخذ في الاعتبار في سياق العوامل البيئية الأخرى، كتوافر الأكسجين والمغذيات. وهذه العوامل تؤثر في مسالك الإشارة والأيض حال السكر بطرق لا تنظم تمايز «الخلايا التائية المساعدة-17» فحسب، بل أيضًا تمايز فئات أخرى من الخلايا التائية.

الإشارات الخلوية في تلك العمليات، وربط تنظيم كلوريد الصوديوم وتمايز الخلايا التائية المساعدة-17 بعامل النسخ NFAT5 وإنزيمي كيناز-البروتين p38، وSGK1 (الشكل 1). وهذا أمر منطقي، لأن إنزيم p38 هو كيناز محفوظ تطوريًّا، يُنشَّط بواسطة تغيرات في الأسموليه الخلوية، ولأن كلًّا من عامل النسخ NFAT5، وإنزيم SGK1 ركائز إنزيم p38.

وجد الباحثون أيضًا أن إنزيم SGK1 يُعبَّر عنه في الخلايا التائية المساعدة-17، ويُستحث بواسطة كلوريد الصوديوم، وأظهروا أن الفئران التي تفتقر إلى هذا الكيناز بخلاياها التائية لديها تعبير متدهور لعائلة سيتوكاين إنترلوكن-17 ولمستقبل جزيء سيتوكاين آخر، هو إنترلوكن-23. وعندما اختبروا الفئران المحوَّرة وراثيًّا في نموذج «التصلب المتعدد» لدى الفئران، وجدوا أن افتقاد إنزيم SGK1 يؤدي أيضًا إلى خفض المرض العصبي. ويُذكر أن إنزيم SGK1 متورط بمسارات التهابية من قبل، فهو معروف كمعطل لعامل النسخ فوكسو-1 (FOXO1). وبالتالي، فإن الخلايا التائية مفتقدة فوكسو-1 لديها مستويات أعلى من التعبير لمستقبلات إنترلوكن-17 وإنترلوكن-23.

وبأخذ هاتين الدراستين بعين الاعتبار، من الصواب إعادة التأكيد على أن الخلايا التائية المساعدة-17 ليست شرًّا دائمًا، وكذلك إنترلوكن-17؛ بل مصدر حماية من أشرار حقيقيين. وفي السياق نفسه، تنبغي أيضًا الإشارة إلى أن الخلايا التائية المساعدة-17 ليست على حد سواء: فرغم أن بعض الخلايا التائية المنتجة لـ«إنترلوكن-17» تتوسط أمراضًا مناعية، فالبعض الآخر لا يفعل. و«إنترلوكن-23» هو سيتوكاين رئيس في توليد الخلايا التائية المساعدة-17 المُمْرِضة[7]. وقد لاحظ مؤلفو الدراستين أن كلوريد الصوديوم وإنزيم SGK1 يشاركان ـ كما يبدو ـ في توليد «الخلايا التائية المساعدة-17» ذات الإمكانية الإمراضية.

ومع ذلك.. فخلايا عديدة غير خلايا +CD4 التائية ـ بما في ذلك خلايا مناعية فطرية وخلايا γ/δ التائية ـ تنتج سيتوكاين إنترلوكن-17، وسيتوكاينات ذات صلة[8]. ورغم أن الغذاء مرتفع الملوحة قد يفاقِم أمراض المناعة الذاتية، لا تحدد البيانات المقدَّمةُ الخلايا التي يعمل عليها كلوريد الصوديوم لتحقيق ذلك.

ومن المهم ذِكْر نقطة إضافية، هي أن أمراض المناعة الذاتية متغايرة، كما أن الفائدة المحققة بحجب إنترلوكن-17 متغيرة.. فتثبيط إنترلوكن-17 مفيد في علاج مرض «الصدفية»، لكنه أقل فائدة في علاج داء الأمعاء الالتهابي؛ والمُحَكِّمون لم يفصلوا بعد فيما إذا كان استهداف إنترلوكن-17 سيكون مصدر عون في علاج التصلب المتعدد، أم لا. يُذكر أيضًا أن دراسة كلاينفيتفيلد وزملائه[1] ودراسة وُو وزملائه[2] تظهران أن كلوريد الصوديوم يفاقِم مرضًا مصطنعًا؛ ولا توجد بيانات تشير إلى أن الملح في الغذاء يعزِّز أو يفاقم مرضًا طبيعيًّا.

وينبغي أن يؤخذ التفاعل المعقد بين العوامل المنظمة لتمايز الخلية التائية المساعدة أيضًا في الاعتبار لدى تقدير هذه النتائج (الشكل 1).. فإنزيم SGK1 عضو عائلة إنزيمات كينازات البروتين (AGC)، ويماثل إنزيم Akt[9]. وللأخير آثار موثقة جيدًا على بقاء الخلية، والأيض، وتمايز الخلية التائية المساعدة. وإنزيما Akt، وSGK1 يتشاركان المنشطات السابقة لهما (موضعيًّا)، بما في ذلك الإنزيمان PI3K، وPDK1، وكذلك الركائز التالية لهما. تأثر جزيئات رئيسة ـ مثل FOXO1 وmTor ـ أيضًا بعوامل متنوعة، ولها آثار معقدة على وظيفة الخلية التائية[10]، بل إن الخلايا التائية المساعِدة تتأثر بتوفر المغذيات، وكذلك عامل النسخ HIF-1α الحساس للأكسجين، مما يوحي بوجود صلة وثيقة بين الأيض والتمايز. وبالمثل، إنزيم p38 هو أيضًا منظم معروف للخلايا التائية المساعِدة[11]. ولهذا صلة وثيقة بهاتين الدراستين، لأن نتائج الباحثين تشير إلى أن مهام إنزيم SGK1 وكلوريد الصوديوم ليست متطابقة تمامًا؛ فإنزيم SGK1 ينظم إيجابيًّا إنترلوكين-17، لكنه ينظم سلبيًّا الجينات التالية: *Ifng*، و*Tbx21*، و*Il4*، و*Il13*، و*Gata3*، و*Il2*، و*Il9*، بينما ينظم كلوريد الصوديوم إيجابيًّا جينات: *IL-17*، و*Ifng*، و*Tbx21*، و*Il2*، و*Il9*.

وهكذا، فإن ملح الطعام مجرد أحد عدة عوامل تؤثر في الخلايا التائية المساعدة؛ السيتوكاينات، ومجهريات البقعة، والنظام الغذائي، والأيض، وعوامل بيئية أخرى متنوعة، كلها مهمة جدًّا[10,12,13]. والخلاصة أن إنزيمات الكيناز وعوامل النسخ تمثل نقاط اللقاء الرئيسة لعدة مستقبِلات ومسالك الإشارة التي تدمج مجموعة واسعة من المحفزات. لذا.. برغم أن هذه البيانات مثيرة ومستفزة، يتضح أن من السابق لأوانه ـ كما أشارت مجموعتا المؤلفين ـ التصريح بأن ملح الطعام يؤثر على أمراض المناعة الذاتية البشرية، وأن هذا يتم بواسطة إنتاج إنترلوكن-17 المستحَث بواسطة الخلايا التائية. ومع ذلك..هذا العمل البحثي يدفع إلى استقصاء أي ارتباطات ملموسة بين النظام الغذائي وأمراض المناعة الذاتية البشرية. ولدى العمل بذلك، سيكون أساسيًّا إجراء تجارب إكلينيكية مضبوطة منهجيًّا. ولحسن الحظ، فإن مخاطر تقليل تناول ملح الطعام ليست كبيرة، ولذا.. من المرجَّح أنّ تبدأ قريبًا تجارب عديدة، كهذه التجارب المذكورة. ■

جون جيه. أوشيه يعمل ببرنامج البحث الداخلي، المعهد الوطني لالتهاب المفاصل والأمراض العضلية الهيكلية والجلدية، بثيسدا، ميريلاند، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: osheaj@arb.niams.nih.gov
رُوسِل جي. جونز يعمل بمركز روزاليند وموريس جودمان لأبحاث السرطان ، قسم علم وظائف الأعضاء، جامعة ماكجيل، مونتريال، كيبك، كندا.
البريد الإلكتروني: russell.jones@mcgill.ca

1. Kleinewietfeld, M. *et al. Nature* **496,** 518–522 (2013).
2. Wu, C. *et al. Nature* **496,** 513–517 (2013).
3. Weaver, C. T., Hatton, R. D., Mangan, P. R. & Harrington, L. E. *Annu. Rev. Immunol.* **25,** 821–852 (2007).
4. Stockinger, B., Veldhoen, M. & Martin, B. *Semin. Immunol.* **19,** 353–361 (2007).
5. Kolls, J. K. & Linden, A. *Immunity* **21,** 467–476 (2004).
6. Miossec, P. & Kolls, J. K. *Nature Rev. Drug Discov.* **11,** 763–776 (2012).
7. Cua, D. J. *et al. Nature* **421,** 744–748 (2003).
8. Sutton, C. E., Mielke, L. A. & Mills, K. H. G. *Eur. J. Immunol.* **42,** 2221–2231 (2012).
9. Bruhn, M. A., Pearson, R. B., Hannan, R. D. & Sheppard, K. E. *Growth Factors* **28,** 394–408 (2010).
10. Honda, K. & Littman, D. R. *Annu. Rev. Immunol.* **30,** 759–795 (2012).
11. Dong, C., Davis, R. J. & Flavell, R. A. *Annu. Rev. Immunol.* **20,** 55–72 (2002).
12. Wang, R. & Green, D. R. *Nature Immunol.* **13,** 907–915 (2012).
13. Stockinger, B., Hirota, K., Duarte, J. & Veldhoen, M. *Semin. Immunol.* **23,** 99–105 (2011).

تصحيح

في مقالة قسم أخبار وآراء، "النظام الشمسي: أمطار حلقة زحل" لجاك كونيرني (Nature 496، 178-179؛ 2013) ذُكر ـ عن طريق الخطأ ـ أن وحدة قياس الطول الموجي في (الشكل 2) هي المليّمتر، عوضًا عن الوحدة الصحيحة (الميكرومتر).

علوم الأرض

اختلافات صغيرة في التّمَاثُل

يُظْهِر دليلٌ حديث أن تركيب الحديد النظائري لمُكَوِّن سيليكات الأرض، لا يعكس تشكيلَ باطن الكوكب عند ضغط، ولا المادة المفقودة إلى الفضاء، مثلما كان يُعتقد سابقًا.

أليكس ن. هاليداي

يقدم كرادوك وزملاؤه[1] في دراستهم المنشورة بدَوْرِيّة «رسائل علوم الأرض والكواكب» دليلًا قويًّا على أن اختلافات نظير الحديد بين عينات الكواكب تعكس أصول العينات نفسها، لا تجزئة النظير أثناء تشكيل الكوكب. ورغم أن هذه نتيجة سلبية، فإنها تحكي الكثير عن الكوكب وتشكيل اللب (الباطن).

توفِّر النيازك أرشيفًا نفيسًا عن القرص النجمي الدوار الذي تشكلت منه الكواكب الأرضية (الصخرية) والكويكبات. وبظهور التحليل الطيفي الدقيق للكتلة وتطبيقاته على عينات النيازك، سرعان ما تبيّن أن لهذا القرص تركيبات نظائرية منتظمة نسبيًّا. فمثلا، اليورانيوم الموجود على الأرض له الوزن الذري نفسه ليورانيوم موجود بنيازك حزام الكويكبات الواقع بين المريخ والمشترى، مما يُظْهِر أن مزيجًا من نظائر مختلف المواد الأوليّة للقرص النجمي الدوار كان متماثلًا تقريبًا. ومع تطوير أكثر حداثة لتقنية تُدعى مطياف كتل البلازما المقترنة بالحَثّ متعدد الجوامع، أمكن استكشاف هذا «التماثل» بمستوى دقة أعلى كثيرًا، وفي عناصر أكثر بكثير. وأدَّى هذا إلى البحث عن اختلافات نظائرية صغيرة تعتمد على الكتلة، التي ربما فُرضت بتأثيرات عملت على فصل (تجزئة) النظائر أثناء تشكُّل الكوكب. قد يساعد حل مثل تلك التأثيرات في توكيد أو دحض نظريات عن العمليات الديناميكية التي شكَّلت الأرض ولُبَّها المعدني[2-4]. ولّدت هذه المنطقة الجديدة في جيوكيمياء النظائر سجالًا قويًّا، لأن معظم الاختلافات النظائرية المعروفة حتى الآن صغيرة ـ أقل من نحو مئة جزء لكل مليون وحدة كتلة ذرية (p.p.m. per AMU) ـ وتم تحصيلها عند حدود تقنية لما يمكن حله بشكل موثوق. كذلك تأجّجت سجالات حول إمكانية توسيع الاختلافات النظائرية المنتظمة (المنهجية) بين العيِّنات؛ لتعريف التركيبات الكوكبية. وهذا محل تركيز دراسة كرادوك وزملائه.

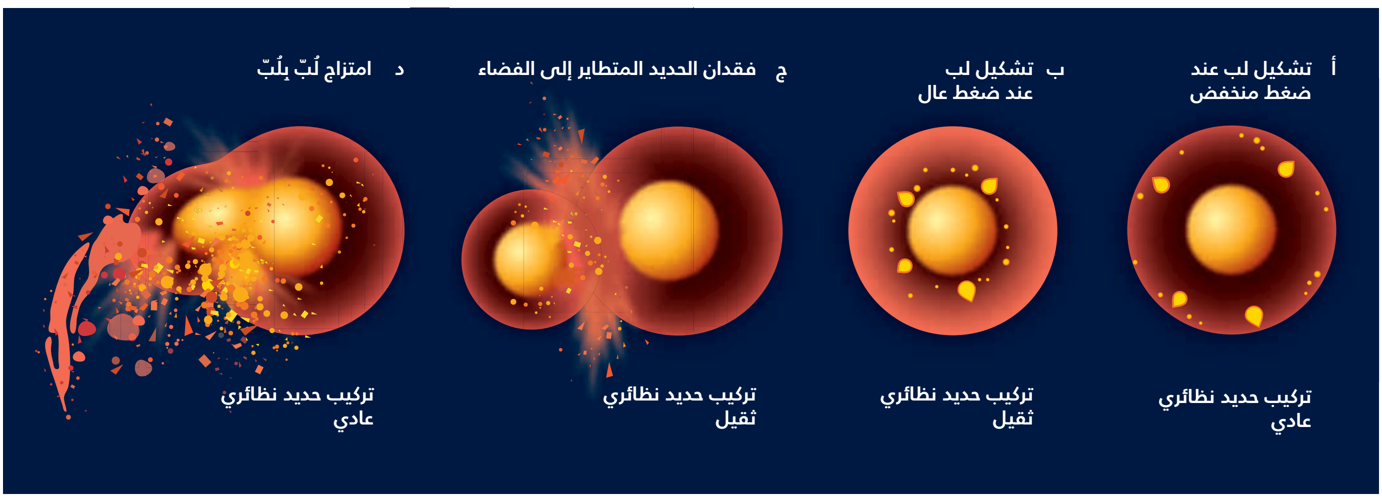
يمكن ـ من حيث المبدأ ـ للتجزئة النظائرية المعتمدة على الكتلة أنْ تنتج من فقدان مادة الكواكب إلى الفضاء بالتبخر[2-5]، أو من خسارة في لب الكوكب أثناء تشكّل اللب[6-7] (الشكل 1). وفي الحالتين، قد يوجد اختلاف طفيف من حيث سهولة اندماج النظير الأخف في طور واحد، نسبةً إلى آخر. قد يكون هذان الطوران بخارًا وسائلًا في حالة فقدان المادة إلى الفضاء، أو سوائل سيليكات ومعادن في حالة تشكّل اللب. ولكلٍّ من هذه العمليات أهمية لتشكّل الأرض بواسطة تعاظم الكتلة، التي ربما حدثت في الوقت نفسه، بينما يتم تشكيل اللب بواسطة سلسلة اصطدامات عشوائية كبرى، تحركها الجاذبية بامتداد عشرات الملايين من السنين.

تراكمت الحجج المستندة للكيمياء، القائلة بأن الأرض أو مختلف الكواكب الأولية التي دمجتها أثناء التراكم والنمو، ربما فقدت مادة إلى الفضاء من أجزاء سيليكاتها الخارجية بفعل التآكل أثناء الاصطدامات[3]. وبينما تصبح الأرض أكبر، ولّدت طاقة الجاذبية الصادرة عن التعاظم درجات حرارة تبخرت عندها السيليكات والمعادن[2]. وأطوار النمو الكبرى عبر الارتطامات يُطلق عليها الاصطدامات العملاقة، وكان آخر ارتطام منها بين الأرض وكوكب صغير يسمى «ثيا» Theia، وعادةً ما يشار إليه باسم «الاصطدام العملاق»، أدى إلى تكوين القمر عن طريق التكاثف والتعاظم في القرص الناشئ من بخار وحطام[2،4]. فإذا فقد بعض المادة إلى الفضاء، بدلًا من إعادة تراكمه إلى الأرض والقمر، فقد تظهر عناصر ينبغي أن تدخل جزئيًّا فقط إلى طور البخار لدى درجات الحرارة والضغوط هذه ـ كالليثيوم والسيليكون والحديد ـ اختلافًا نظائريًّا قابلا للحل.

ووُجِد أن التركيب النظائري لحديد صخور البازلت القمرية[5] ـ في المتوسط ـ أغنى قليلًا في نظائر الحديد الأثقل بنحو 30 جزءًا في المليون ـ لكل وحدة كتلة ذرية ـ مقارنةً بمعظم العينات الأرضية المستمدة من الوشاح، وخاصة البازلت. إنّ متوسط البيانات الخاصة بالأرض أثقل قليلًا (حوالي 30 جزءًا في المليون للوحدة الذرية) عن تلك الخاصة ببازلت المريخ وكويكب فيستا. وأكدت أبحاث أخرى أن البازلت القمري يمكن أنْ يكون له تركيب حديد نظائري ثقيل، رغم أن هذا يعتمد على أنواع البازلت الذي تم تحليله[8]. ولا يتضمن البازلت القمري تركيبًا نظائريًّا ثقيلًا لعنصر الليثيوم[9] الخفيف، مما يبدو غير متسق وفكرة أنه كان هناك فقدان لنظائر الحديد الأخف أثناء التبخر في الاصطدام العملاق المشكِّل للقمر.

وقد قيل بدلًا من ذلك.. إن التركيب النظائري الثقيل لحديد القمر قد يعكس ـ ببساطة ـ سيليكات الجزء الخارجي للأرض، الذي بدوره كان ثقيلًا بسبب الضغط العالي الضالع في تكوين اللب[6]. وقد تبيَّن مؤخرًا أن نظائر الحديد يمكن أن تُجَزَّأ، نتيجةً لـ«عدم تكافؤ» الحديدوز إلى معدن مكوِّن لِلُّب، والحديديك المؤكسَد بوجود معادن بيروفسكيت في الوشاح[10]. وانفصال هذا المعدن إلى اللب آليَّةٌ قد تفسِّر لماذا تكون سيليكات الأرض مؤكسَدة، ولماذا يكون الحديد في بازلت القمر والأرض ثقيلًا نظائريًّا، كما هو الحال بالنسبة إلى السيليكون[7].

وهناك دراسات أكثر تفصيلًا عن الأرض[1،8،11]، تتوافر عيِّناتها الكثيرة من الوشاح الصلب، تساءلت إنْ كانت



الشكل 1 | تشكّل الأرض وتركيب الحديد النظائري. تشكلت الأرض عن طريق تعاظم تراكمي للكواكب الأصغر والمصطدمات. وأدى الانصهار الناجم عن تراكم الطاقة من هذه المصطدمات إلى انفصال المعدن الثقيل (أصفر) عن سيليكات الكوكب المتبقية (أحمر إلى أسود، ويشير الأسود إلى درجة أقل من الانصهار)؛ مما أفضى إلى نمو مصاحب للب المعدني. يوضح الشكل تخطيطيًّا كيف أن تركيب الحديد النظائري لجزء السيليكات قد يكون عُدِّل، أو تُرِك بلا تغيير خلال هذه العملية، اعتمادًا على ظروف التعاظم وتشكّل اللب. **أ،** تشكل اللب عند ضغط منخفض، يُعتقد أنه ترك التركيب دون تغيير[6]. **ب،** على العكس، هذا التركيب قد يصير ثقيلًا إذا كان اللب قد تَشَكَّل عند ضغط عال[6،10]. **ج،** إذا كان الحديد المتطاير قد فُقِد إلى الفضاء أثناء الاصطدام بين الأرض الأوليّة وكوكب صغير، إذًا فالتركيب النظائري لحديد السيليكات المتبقية بالأرض ينبغي أن يكون ثقيلًا[5]. **د،** إذا كانت الأرض الأولى نمت بواسطة التصادم المتكرر مع كواكب ذات ألباب منخفضة الضغط، وبواسطة امتزاج المعدن مباشرة مع المعدن والسيليكات مع السيليكات[13،15]، سينمو اللب دون تغير التركيب النظائري للحديد. ونتائج كرادوك وزملائه[1] ـ مشفوعة بنتائج سابقة[6،8،10،11] ـ تقدِّم دليلًا على أن الحالتين **ب**، و **ج** لم تسفرا عن تغيير في تركيب الحديد النظائري، خلافًا للتوقعات، ولم تكونا بلا أهمية في التاريخ اللاحق لتعاظم الأرض وتشكُّل اللب.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

صخور البازلت ممثلة للتركيب الكوكبي بأي حال، أم لا. ولحسن حظهم، فإن الوشاح متغاير تركيبيًّا، ولذا.. فالشظايا الفرادَى ليست دائمًا ممثلة. وفي المقابل، اشتُقّت صخور البازلت بواسطة انصهار جزئي لأحجام عظمى من الوشاح، وبالتالي توفر طريقة أكثر فعالية لحساب متوسط تغاير التركيب الكوكبي. ومع هذا.. أظهرت دراسة كرادوك وزملائه بجلاء أن عيِّنات الوشاح الصلب ـ التي خضعت لانصهار ـ تركيب حديدها النظائري أخفّ من صخور البازلت بسبب التجزئة أثناء الانصهار، بل إن قياسات[11،12] الكوندريت ـ وهي مجموعة نيازك بدائية ذات تركيب كيميائي مشابه لتركيب للشمس (لدى إسقاط العناصر الطيارة) ـ تُظْهِر أن تركيب الحديد النظائري لسيليكات الأرض يشبه تركيب الحديد النظائري للكوندريتات، وبالتالي فهي غير مختلفة عن نظيره لدى الشمس، والنظام الشمسي المتوسط.

تعني هذه النتائج أن تجزئة نظائر الحديد تحت الضغط العالي ـ التي ثبتت نظريًّا[6] وتجريبيًّا[10] ـ لا تؤثر في الواقع تأثيرًا كبيرًا على حديد سيليكات الأرض المتبقي. وقد لا يكون عدم تكافؤ الحديدوز في وجود البيروفسكيت هو الآليّة التي يصبح بها حديد سيليكات الأرض مؤكسدًا. كذلك، هناك نماذج متوفِّرة بديلة لتكوين اللب، لا تنطوي على انفصال المعدن تحت الضغط العالي، فمثلًا.. ربما تكون السيليكات المتبقية قد نمت جزئيًّا ـ وكذلك لب الأرض ـ بطريقة أكثر مباشرةً، عن طريق تعاظم أجرام كوكبية أصغر، ألبابها منخفضة الضغط، وبواسطة المزج المنفصل لمعدن هذه الأجرام وخزانات السيليكات بها، عبر فروق الكثافة[13]. وثمة دليل يدعم مثل امتزاج اللب باللب هذا، نظريًّا[14] وفي تركيب سيليكات الأرض النظائري[13] والكيميائي[15].

وبالنسبة إلى بعض العناصر، كالسيليكون، فليس التركيب النظائري للوشاح مجزأً كثيرًا بالانصهار، وهو ثقيل بالنسبة لكل من الكوندريتات وعينات المريخ وكويكب فيستا، مع كون التفسير الأكثر احتمالًا التجزؤ إلى اللب[7]. البحث الآن منصبّ على تحديد أي العناصر الأخرى قد تجزأ نظائريًّا بتشكّل اللب، وماذا يخبرنا هذا عن العمليات والظروف في الأرض المبكرة.

وتثير نتائج دراسة كرادوك وزملائه تساؤلات حول افتراضات بُذلت لمجرد المقارنة بين تركيبات الحديد النظائرية لصخور بازلت الأرض والقمر والمريخ وفيستا. فقد ثبت على مدار السنوات العشر الماضية أن التركيبات النظائرية لكل العناصر تقريبًا هي نفسها في الأرض والقمر؛ ما أدَّى إلى نماذج جديدة حول أصول قمرية[4]. وعلى هذا الأساس، فإن التركيب النظائري للحديد بمعظم القمر ربما يشبه غالبًا الكوندريتات، وبيانات بازلت القمر[8،5] ربما أيضًا تعكس تجزؤًا، لكنه تجزُّؤ يصحبه انصهار على القمر.

في الآونة الأخيرة، قيل إن نظائر الزنك بعيِّنات قمريّة قد تجزأت خلال الاصطدام العملاق[16]. وتعزِّز البيانات الجديدة بدراسة كرادوك وزملائه ـ بشكل كبير ـ الحجة القائلة بأن التجزؤ النظائري المعتمد على الكتلة لعناصر أقل تطايرًا من الزنك ـ كالحديد، والماجنيسيوم، والليثيوم ـ لم يحدث نتيجة فقدان مادة إلى الفضاء. فإذا كانت المادة فُقِدَت إلى الفضاء أثناء التعاظم[3]، فقد حدث ذلك دون تجزؤ نظائري لهذه العناصر، ربما بسبب أن التراكم والتعاظم لم يكن بتلك الطاقة التي كانت تُعْتَقَد. ومما يثير الفضول والاهتمام، أنّ بعض عمليات المحاكاة الأخيرة للاصطدام العملاق الذي شكَّل القمرَ توفِّر بعض الدعم لهذه الرؤية الأخيرة[4]. ■

أليكس ن. هاليداي يعمل بقسم علوم الأرض، جامعة أكسفورد، أكسفورد، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: alexh@earth.ox.ac.uk

1. Craddock, P. R., Warren, J. M. & Dauphas, N. *Earth Planet. Sci. Lett.* **365,** 63–76 (2013).
2. Pahlevan, K. & Stevenson, D. J. *Earth Planet. Sci. Lett.* **262,** 438–449 (2007).
3. O'Neill, H. St. C. & Palme, H. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* **366,** 4205–4238 (2008).
4. Ćuk, M. & Stewart, S. T. *Science* **338,** 1047–1052 (2012).
5. Poitrasson, F., Halliday, A. N., Lee, D.-C., Levasseur, S. & Teutsch, N. *Earth Planet. Sci. Lett.* **223,** 253–266 (2004).
6. Polyakov, V. B. *Science* **323,** 912–914 (2009).
7. Armytage, R. M. G., Georg, R. B., Savage, P. S., Williams, H. M. & Halliday, A. N. *Geochim. Cosmochim. Acta* **75,** 3662–3676 (2011).
8. Weyer, S. *et al. Earth Planet. Sci. Lett.* **240,** 251–264 (2005).
9. Magna, T., Wiechert, U. & Halliday, A. N. *Earth Planet. Sci. Lett.* **243,** 336–353 (2006).
10. Williams, H. M., Wood, B. J., Wade, J., Frost, D. J. & Tuff, J. *Earth Planet. Sci. Lett.* **321–322,** 54–63 (2012).
11. Schoenberg, R. & von Blanckenburg, F. *Earth Planet. Sci. Lett.* **252,** 342–359 (2006).
12. Craddock, P. R. & Dauphas, N. *Geostand. Geoanal. Res.* **35,** 101–123 (2011).
13. Halliday, A. N. *Nature* **427,** 505–509 (2004).
14. Dahl, T. W. & Stevenson, D. J. *Earth Planet. Sci. Lett.* **295,** 177–186 (2010).
15. Rubie, D. C. *et al. Earth Planet. Sci. Lett.* **301,** 31–42 (2011).
16. Paniello, R. C., Day, J. M. D. & Moynier, F. *Nature* **490,** 376–379 (2012).

كيمياء الأرض الحيوية

ترسُّب النيتروجين وكربون الغابات

زاد النشاط البشري ـ كاستخدام المُخَصِّبات الزراعية ـ كميات النيتروجين المترسبة في الغابات من الغلاف الجوي. وقد تم حساب استجابة البناء الضوئي لهذه الظاهرة بالغابات دائمة الخضرة ذات الأوراق الإبرية بأنحاء العالم.

بيفرلي لو

يمكن للمركبات المحتوية على النيتروجين ـ المترسِّبة من الغلاف الجوي ـ أن تؤثر في مقدار الكربون الذي يتم امتصاصه بواسطة عملية البناء الضوئي إلى الأنظمة البيئية. فقد كشف فلايشر وزملاؤه[1] في دراستهم المنشورة مؤخرًا أن عملية البناء الضوئي بواسطة الغابات الشمالية المعتدلة دائمة الخضرة تزيد بزيادة ترسب النيتروجين الجوي، إلا أن مستوياتها تستقر حينما تبلغ عتبة الثمانية كيلوجرامات نيتروجين للهكتار سنويًّا. وتُبْرِز هذه النتائج الحاجة الى توضيح ارتباطات الكربون بالنيتروجين في البيئة، كما أنها تفصل التأثيرات المناخية الناتجة من ترسب النيتروجين في الغابات.

ويُعتقد أن الغلاف الحيوي الأرضي يستوعب 30% من ثاني أكسيد الكربون الذي ينتجه البشر سنويًّا، ويخفض بذلك تأثير الاحتباس الحراري الناتج عن انبعاثات الوقود الإحفوري[2]، لكن تقدير حجم الحوض الأرضي هذا غير مؤكد، بسبب فجوات في معرفتنا بمقدار تأثيرات العوامل ذات الصلة. وأحد هذه العوامل هو الاختلاف في إضافات النيتروجين في الغلاف الجوي، التي يتسبب فيها الإنسان عبر الزمان والمكان. ويُحتمل أن يؤثر التغير المناخي والتخصيب الجوي للنباتات بالمصادر البشرية للنيتروجين وثاني أكسيد الكربون في معدلات نمو النباتات في أنحاء العالم، إلا أن فهمنا لهذه التأثيرات قد يظل منقوصًا غالبًا في المستقبل المنظور[3].

ولا تستطيع معظم النباتات استخدام غاز النيتروجين الجوي للنمو. فهذه النباتات تتطلب تحويل النيتروجين إلى هيئات يمكن استخدامها ـ كالنشادر ـ وهي عملية تمثل جزءًا من دورة النيتروجين، غير أن دورة النيتروجين الطبيعية قد تأثرت بشدة بالأنشطة البشرية، التي تنتج هيئات نيتروجين تتسم بعدم ثبات عالٍ، ويُطلق عليها إجمالًا النيتروجين الفعال. ويَحْدُث ترسب النيتروجين الفعال من الغلاف الجوي إلى الغابات نتيجةَ استخدام المُخَصِّبات الزراعية، واحتراق الوقود الأحفوري. وقد ارتفع هذا الترسب من 15 مليون طن من النيتروجين الفعّال المنتَج من الأنشطة البشرية في العام في ستينات القرن التاسع عشر الى 187 مليون طن بحلول عام 2005 (المرجع 4). ويُتوقع أن يستمر ترسب النيتروجين في الزيادة في عدد من المناطق، مثلما تم التنبؤ[5] بتَضَاعُفه عالميًّا بحلول 2050.

تؤثر إضافة النيتروجين الفعّال إلى الغلاف الجوي بواسطة البشر في المناخ، وفي تكوين ووظائف المنظومات البيئية الأرضية والمائية[4]. وهناك تأثيرات مدمرة للمستويات المرتفعة من ترسبات النيتروجين على الأنظمة البيئية، إلا أن الإضافات الصغيرة قد تكون ذات فائدة للمنظومات البيئية ذات المحتوى النيتروجيني المحدود، بسبب زيادة استيعابها لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي بالبناء الضوئي. وأثر ترسُّب النيتروجين على حبس الكربون في التربة أقل وضوحًا، لكن معظم الدراسات تبيِّن أن الأثر الصافي يتراوح بين 35 و65 كيلوجرامًا من الكربون المحبوس لكل كيلوجرام من النيتروجين[6،7]. ويمكن أن يُعْزَى معظم التفاوت لوتائر النمو المختلفة، ووفرة مصادر النمو الأخرى.

ورغم أن مستويات ترسُّبات النيتروجين المنخفضة قد تخفف من تأثيرات الزيادة في ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي بدرجة ما، إلا أن 53 ـ 76% من هذه الفائدة المصادِفَة ذاتها يقدّر أنها ستتم معادلتها عالميًّا[7]، لأن ترسُّب النيتروجين يمكنه أن يستحث صافي انبعاثات غازات الاحتباس الأخرى (الميثان وأوكسيد النيتروز)، وهي نواتج النشاط الميكروبي بتربة منظومات بيئية عديدة. إذًا، يظل الإسهام النسبي لترسُّب النيتروجين في قوة حوض الكربون الأرضي غير يقيني.

ولتناوُل هذه المشكلة، تم تسجيل ملاحظات شبه متواصلة من الأبراج الموجودة أعلى الظلل الخضرية؛ لتقدير استيعاب ثاني أكسيد الكربون (البناء الضوئي) وإطلاقه (التنفس) من الغلاف الجوي وإليه، على الترتيب. ظلت بعض هذه المواقع تعمل لأكثر من عقْد، وتم تلخيص بياناتها في مشروع فلوكسنت[8] FLUXNET.

ومع البيانات الحيوية والبيئية، استخدام الباحثون هذه المعلومات؛ للنظر في تأثيرات عوامل أخرى ـ كالتباين المناخي ـ في عمليات الكربون على مستوى المنظومة البيئية كاملةً ببعض المواقع حول العالم.

استخدم فلايشر وزملاؤه بيانات فلوكسنت من 80 موقعًا بها معلومات كافية عن تدفق النيتروجين والكربون في تحليلاتهم. وجد الباحثون أنه بالنسبة إلى الغابات ذات الأوراق الإبرية دائمة الخضرة في النطاقات المعتدلة والشمالية، يبلغ معدل البناء الضوئي فيها أقصاه تحت الظروف البيئية المثلى، ويزيد مع معدلات ترسب النيتروجين المستمرة حتى بلوغه عتبة 8 كيلوجرامات من النيتروجين لكل هكتار سنويًّا. ولم تلاحَظ زيادة في عملية البناء الضوئي فوق هذه القيمة.

لذلك.. تكون الغابات التي تتخطى هذه العتبة في مرحلة متوسطة من التشبع بالنيتروجين (مرحلة تفوق فيها وفرة النيتروجين الطلب الميكروبي والنباتي) يمكن أن ينتج عنها غسل بعض النيتروجين من المنظومة البيئية. قد تقود وفرة طويلة المدى للنيتروجين الفائض إلى مزيد من الغسل ونقص النمو واختلال المغذيات. وبعكس ما سبق، وُجدت الغابات دائمة الخضرة ذات الأوراق الإبرية التي استجابت بصورة أقوى إلى ترسبات النيتروجين في مدى النيتروجين المحدود، الذي تزيد خلاله سعة البناء الضوئي مع زيادة الترسب. وتمثِّل العتبة الملاحظة نسبة بسيطة من النيتروجين الذي يستخدمه المزارعون بصورة سنوية في المُخَصِّبات.

ووجد المؤلفون أن استجابة الغابات الشمالية دائمة الخضرة إبرية الأوراق بالبناء الضوئي أقل بقليل إجمالاً تجاه ترسب النيتروجين. ويُترجم هذا بالغابات الشمالية والمعتدلة إبرية الأوراق دائمة الخضرة بصورة تقريبية إلى 25 كيلوجرامًا من الكربون المحبوس لكل كيلوجرام من النيتروجين، أي دون المتوسط العالمي المقدَّر بحوالي 35-65 كيلوجرامًا[6،7،9].

تُربك تأثيرات المناخ ـ في عملية البناء الضوئي ـ هذه النتائج: فقد يكون تأثير ترسب النيتروجين أكبر أو أصغر من النتائج التي توصل إليها فلايشر وزملاؤه، بسبب أن جزءًا من الاستجابة الملاحظة قد تكون نتيجة لفعل المناخ، غير أنه لا يوجد دليل على أن تأثير النيتروجين المرسب يساوي صفرًا. وبرغم محاولة المؤلفين تحديد العتبات لأنواع الغابات الأخرى، إلا أن توفر البيانات الحيوية عن عمليات الكربون والنيتروجين حدَّ من هذه المحاولات. وهناك حاجة إلى قياسات أكثر شمولاً لمخزونات وتدوير النيتروجين في الشبكة العالمية لمواقع مراقبة الكربون؛ لفصل تأثيرات المناخ وترسيبات النيتروجين بالغابات.

وينبغي أن يؤخذ صافي انبعاثات كل غازات الاحتباس الحراري ـ ومن ضمنها ثاني أكسيد الكربون، والميثان، وأكسيد النيتروز ـ في الاعتبار لدى تفحُّص إجمالي أثر ترسب النيتروجين والمناخ على المنظومات البيئية. يظل مطلوبًا فَهْمٌ أفضل لكيفية تغيُّر ارتباطات الكربون بالنيتروجين في البيئة. ورغم ذلك.. ترسي دراسة فلايشر وزملائه الأساس الضروري لتحسين تقديرات تأثير المناخ وترسيب النيتروجين في قدرة الغلاف الحيوي الأرضي على إزالة الكربون من الغلاف الجوي، مع زيادة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ومثْل هذه التحسينات ضرورية لرفع جودة التنبؤات بتأثير هذه الانبعاثات على الأنظمة الحيوية محليًّا وإقليميًّا وقاريًّا. ■

بيڤرلي لو تعمل بقسم منظومات الغابات البيئية ومجتمعها، بجامعة ولاية أوريجون، كورڤاليس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: bev.law@oregonstate.edu

1. Fleischer, K. *et al. Glob. Biogeochem. Cycl.* http://dx.doi.org/10.1002/gbc.20026 (2013).
2. Canadell, J. G. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 18866–18870 (2007).
3. National Research Council. *Verifying Greenhouse Gas Emissions* (National Academies Press, 2010).
4. Galloway, J. N. *et al. Science* **320,** 889–892 (2008).
5. Galloway, J. N. *et al. Biogeochemistry* **70,** 153–226 (2004).
6. Butterbach-Bahl, K. *et al.* in *The European Nitrogen Assessment* (eds Sutton, M. *et al.*) 99–125 (Cambridge Univ. Press, 2011).
7. Liu, L. & Greaver, T. L. *Ecol. Lett.* **12,** 1103–1117 (2009).
8. Baldocchi, D. D. *et al. Bull. Am. Meteorol. Soc.* **82,** 2415–2434 (2001).
9. Erisman, J. W. *et al. Curr. Opin. Environ. Sustainability* **3,** 281–290 (2011).

الأجهزة البصرية

رؤية العالَم بعيون حشرة

استُخدم دَمْجٌ أنيق للإلكترونيات ومواد مرنة؛ لبناء جهاز مُستشعِر بصري صغير، يماثل ـ إلى حَدٍّ بعيد ـ عين حشرة. وهذا الجهاز يمهِّد الطريقَ لملاحة مستقلة للمركبات الجوية الصغيرة.

ألكسندر بورست، وجوهانس بليت

يُعامَل الذباب عادةً بازدراء. والذباب يرتبط غالبًا بنشر الأمراض، وعلى أفضل الأحوال، يُعتبر ـ ببساطة ـ مزعجًا. وعلى نقيض ذلك.. ورغم قلة تقدير ذلك، فقد ألهم الذبابُ البشريةَ لقرون عديدة. ومن الروايات المبكِّرة لذلك ما يعود إلى القرن السابع عشر، عندما لاحظ رينيه ديكارت أثناء رقاده مريضًا بفِراشِه ذبابةً تمشي على سقف حجرته؛ ففكَّر في كيفية توصيف مسار الطيران بمصطلحات كَمِّيَّة، وأتى بما أصبح يُعرف بالإحداثيات الكارتيزية، التي تسمح بتطبيق الجبر في الهندسة، ويصعب حصر الأهمية الحقيقية لتلك الإحداثيات. ومن الأمثلة الحديثة للأبحاث التي أثر فيها استلهام الحشرات ما وصفه روجرز وزملاؤه (سونج وآخرون1) على صفحات دَوْرِيَّة «نيتشر» مؤخرًا، حيث نقل المؤلفون تصميم عين الحشرة المعقَّد إلى كاميرا رقمية.

في معظم الكاميرات المستخدَمة حاليًا، يتم تجميع الضوء المنعكس عن الجسم في محيطه بعدسة مفردة، ويتم توجيهه إلى طبقة من مادة حساسة للضوء بطريقة تسمح بتكوين صورة واضحة المعالم. تستخدم أعيننا ـ وكذلك أعين جميع الفقاريات الأخرى ـ هذا المبدأ ذاته في تكوين الصورة. ويمتلك هذا المفهوم ميزةً واضحة من حيث الاستخدام الأمثل للفوتونات، بما يضمن أقصى حساسية للضوء. كذلك، فإنه يوفر استبانة مكانية مرتفعة، محدودة فقط بكثافة مستقبِلات الضوء في السطح البؤري للعدسة.



UNIV. ILLINOIS & THE BECKMAN INSTITUTE

الشكل 1 | حساس بصري يستلْهِم حشرة. صمم سونج وزملاؤه حسَّاسًا بصريًّا يماثل وظيفيًّا وتركيبيًّا (بنيويًّا) عين حشرة نهاريّة.

ورغم ذلك.. تستخدم معظم الكائنات الحية الأعيَن المركبة أو ذات الأوجه، عوضًا عن الأعين العدسية لرؤية العالم. وتمتلك الأعين ذات الأوجه بصريات مختلفة للغاية، تتألف من عدة مئات أو آلاف من الوحدات البصرية (سُطيحات أو صفائح)[2]. تُعزل كل صفيحة بصريًّا عن جوارها في حالة عيون حشرات النهار، وتُجهَّز بعدستها الخاصة ومجموعة من مستقبلات الضوء. وتكون حساسية العيون للضوء منخفضةً نوعًا ما، والدقة المكانية محدودة بعدد الصفائح التي يمكن رَصُّها على رأس الحشرة الصغير، وذلك لأن كل صفيحة تقبل الضوء الساقط عليها من زاوية صغيرة في الفراغ. ورغم ذلك.. توفر هذه الأعين لحاملها رؤية بانورامية للعالَم مع عمق لا نهائي للحقل، دون الحاجة إلى ضبط البُعْد البؤري للعدسات الفرديّة.

أفاد سونج وزملاؤه عن هندسة ناجحة لكاميرا رقمية تحاكي أعين الحشرة من كل جوانبها تقريبًا (الشكل 1). وجمع الباحثون لتحقيق تلك الغاية نسقًا من العدسات الدقيقة المرنة، ونسقًا قابلًا للتشوه من كاشفات الضوء في تصميم ثنائي الطبقات، وحولوا الطبقتين من بِنْيَة هندسية مستوية إلى بنية نصف كروية (انظر الشكل 1 من الدراسة1).

يكمن مفتاح نجاح هذا الإجراء في الحفاظ على المحاذاة الصحيحة بين الصفيحتين (الطبقتين)، حتى لا تُقحَم موجودات بصرية غير مرغوبة. وقد توصَّل سونج وزملاؤه إلى ذلك من خلال دمج الطبقتين بصلابة في مواضع محددة فقط، حيث تعلو العدسات الدقيقة الكاشفات الضوئية، بينما تسمح للطبقات بالتشوه بمكان آخر بطريقة مستقلة. واستخدام المكبس البرجي الشبيه بهيكل القبة لكل عدسة دقيقة يفصل بفعالية العدسات الدقيقة عن الإجهاد الميكانيكي الناتج عن الطيّ. وبالإضافة إلى ذلك.. استخدم المؤلفون أسلاكًا موصلة لولبية قابلة للتشوة كوصلات داخلية كهربية مرنة فيما بين الكاشفات الضوئية. وكانت النتيجةُ عينًا جانبية صناعية صغيرة ذات منظور

مجالي نصف كروي تقريبًا، دون انحراف محوري، مع عمق حقل يكاد يكون لا نهاية له.

ونظرًا إلى تغطيتها شبه الكاملة للفضاء البصري، تكون الأعين الجانبية مثاليةً لحساب الحركة الظاهرية لجسم، المتولدة عن حركته بالنسبة للملاحظ (التدفق البصري)[3]. قد تمثل الكاميرا التي اقترحها سونج وزملاؤه ـ فيما يتعلق بالتطبيقات المحتملة ـ حسَّاسًا بصريًا أماميًّا أمثل للطائرات الصغيرة المسمّاة بالمركبات الجوية الصغيرة[4] (MAVs). ورغم أنه حتى الآن تستخدِم معظم الكاميرات بساطة عدسات عين السمكة؛ لإنتاج مجال رؤية واسع الزاوية[5]، فإن كاميرا سونج وزملائه ستوفِّر كل مميزات العين البديلة (المضافة). يمكن باستخدامها حساب حركة المركبات الجوية الصغيرة (MAVs) الذاتية لتسهيل استقرار الحركة في الفضاء من ناحية، وللتمكن من الملاحة المكانية، من ناحية أخرى[6].

وكما هو الحال مع أي تطوير، هناك دومًا مجال للتحسين، إذ يمكن تحسين حساسية الكاميرا المنخفضة للضوء ـ وهي حالة متأصلة في الأعين البديلة ـ بوضع أكثر من كاشف ضوئي تحت كل عدسة دقيقة ودمج مُخْرَجات الكاشفات الضوئية في الصفائح المجاورة التي تنظر إلى النقطة نفسها بالفراغ. في الحقيقة، يستخدم الذباب مبدأ «التراكب العصبي» نفسه؛ لزيادة كمية الضوء المكتشَفة بواسطة العين بسبعة أضعاف؛ وبالتالي تحقيق حساسيات أعلى للضوء[7].

وبوضع هذه القضايا التي يمكن حلها جانبًا، يمكن للنظام المقترَح من قبل المؤلفين إثبات نقطة انطلاق نحو ملاحة مستقلة للمركبات الجوية الصغيرة في استخداماتها الممكنة المتعددة. وأحد التطبيقات الرئيسة هو مجال الإغاثة في حالات الكوارث. تخيَّل الصورة التالية: مركبة جوية صغيرة بحجم راحة اليد، تستخدِم عينًا جانبية اصطناعية ذات صفائح؛ للتنقل بشكل مستقل خلال مبنى منهار، بينما أجهزة الاستشعار الأخرى بها تمسح الجو المحيط بحثًا عن دخان ونشاط إشعاعي، أو حتى عن بَشَر محاصَرين تحت الأنقاض. ورغم أن تلك المركبة الجوية الصغيرة لا وجود لها بعد، ينبغي لها أن تكون في متناول اليد في المستقبل المنظور، وذلك بفضل أجهزة مذهلة، كالتي طوَّرها سونج وزملاؤه. ■

ألكسندر بورست، وجوهانس بليت كلاهما بمعهد ماكس بلانك للبيولوجيا العصبية، 82152 مارتينسريد، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: aborst@neuro.mpg.de

1. Song, Y. M. *et al. Nature* **497,** 95–99 (2013).
2. Land, M. F. & Fernald, R. D. *Annu. Rev. Neurosci.* **15,** 1–29 (1992).
3. Koenderinck, J. J. & van Doorn, A. J. *Biol. Cybern.* **56,** 247–254 (1987).
4. Floreano, D., Zufferey, J.-C., Srinivasan, M. V. & Ellington, C. (eds) *Flying Insects and Robots* (Springer, 2010).
5. Plett, J., Bahl, A., Buss, M., Kühnlenz, K. & Borst, A. *Biol. Cybern.* **106,** 51–63 (2012).
6. Srinivasan, M. V. & Zhang, S. *Annu. Rev. Neurosci.* **27,** 679–696 (2004).
7. Kirschfeld, K. *Exp. Brain Res.* **3,** 248–270 (1967).

منتدى الفيزياء الكمية

إحكام السيطرة على سوء السلوك

توصَّل الفيزيائيون إلى طريقة لتمييز النظم الكمية غير الموثوقة والتحكُّم فيها. وهنا يبحث خبيران أهمية هذه النتائج للعلوم الأساسية، والحسابات الكمية العملية، وعلم التشفير.

البحث في سطور

- لمعالجة المعلومات بثقةٍ باستخدام النظم الكَمِّيّة، ينبغي التحقق ممّا إذا كانت الأنظمة كَمِّيّة بالفعل، وتسلك بحسب التعليمات التي تتلقاها.
- في 1969، اقترح كلاوسر، وهورن، وشيموني، وهولت اختبارًا يسمى CHSH؛ لكشف إحدى سمات ميكانيكا الكَمّ، هي «انعدام الموضعية/ المحلية الكمية».
- بناءً على ذلك الاقتراح، وَسَّع رايشارت وزملاؤه[1] هذا الاختبار؛ لتمييز نظم الكَمّ الديناميكية، والتحكم فيها.
- تقرب النتائج الفيزيائيين إلى حلمهم بالتوصُّل إلى التشفير الكَمِّي الآمِن، حتى مع إجراء تشفير وفكّ تشفير البيانات بأجهزة غير موثوقة.

الصناديق الكَمِّيَّة السوداء

ستيفانو بيرونيو

يُعدّ تمييز حالة وديناميات نظام مجهول مسألةً أساسية لمعظم الأنشطة العلمية. إنها عملية معقدة، تتضمن اكتساب وتفسير بيانات من مختلف الآلات، وتعتمد غالبًا على نماذج سابقة وتقريبات بحاجة إلى التحقق من صحتها لاحقًا. ماذا نستطيع أن نقول عن سلوك نظام، لدينا عنه أدنى قَدْر من معلومات؟ لقد نظر رايشارت وزملاؤه في الحالة القصوى، حيث نظام كَمّي ـ يُنظر إليه كصندوق أسود من منظور مراقِب خارجي ـ يمكن سبر غوره فقط عبر وسيط كلاسيكي رقمي بسيط: يستطيع المراقِب أن يسأل سؤالين فقط، وذلك بالضغط مثلًا على مفتاح 0، أو مفتاح 1؛ ويمكن للنظام تقديم إجابتين فقط: 0 أو 1، حسب ـ على سبيل المثال ـ لمعان أحد ضوءين، أو عدم لمعانه (الشكل 1).

لا يعلم المراقب ما يعنيه السؤال، أي الخواص قد سُبِرَت، ويجهل العملية التي أنتجت الإجابات. ويمكن طلب المعلومات من النظام عدد المرات التي نرغب فيها، لكن لا يوجد ضمان بأنها ستسلك الطريقة نفسها في كل مرة. والمعلومات التي يمكن الحصول عليها محدودة، بينما النظام ودينامياته الكمية يمكن أن يكون معقدًا جدًّا.

في هذا السيناريو البسيط، يبدو الحصول على معلومات مفيدة عن الأعمال الداخلية للنظام المجهول ميئوسًا منه. ويمكن حقًّا لعمليات مختلفة للغاية إنتاج التتابع ذاته للإجابات، كما أنّ أيّ تتابع كهذا يمكن إنتاجه ببساطة بواسطة حاسِب تقليدي.

وهذا الموقف يصبح مثيرًا للاهتمام عندما يكون ـ حسب تقدير رايشارت وزملائه ـ هناك اثنان كتلك الأنظمة، «أ» و«ب»، عوضًا عن نظام واحد. إذًا، يمكن قول شيء غير تافه حول سلوكهما المشترك بمراقبة الارتباطات الممكنة بين هذين النظامين. فلنفترض مثلًا أنه عند سَبْر كلا النظامين، فإن النظام «ب» سينتج دائمًا إجابة مرتبطة بالسؤال الموجَّه للنظام «أ»: إذا كان سؤال «أ» هو 0؛ ستكون مُخرَجات «ب» 0، وإذا كان سؤال «أ» هو 1؛ ستكون مخرجات «ب» هي 1. وسيتطلب الأمر نوعًا من التفاعل بين الصندوقين لإنتاج هذه الوتيرة من الإجابات. وإنْ لم يكن التفاعل ظاهرًا في البداية، نكون قد تعلّمنا شيئًا عن الديناميّات المشتركة للأنظمة، رغم أننا ربما لا نزال نجهل العمل الداخلي لكل نظام بمفرده.

اكتشف جون بيل[2] في عام 1964 إحدى سمات النظرية الكمية، تسمى «عدم الموضعية/ المحلية الكمية»، حسب أي زوج مؤكَّد من الأنظمة الكمية تُظهر ارتباطات قوية تقريبًا، كما لو كانا كيانًا واحدًا، رغم أنهما يبدوان منفصلين وغير متفاعلين. ولإثبات ظاهرة «عدم الموضعية الكمية» تجريبيًّا، صمَّم كلاوسر، وهورن، وشيموني، وهولت اختبارًا إحصائيًّا، يُعرف بالأحرف الأولى من أسمائهم (CHSH)، يمكنه كَشْف الارتباطات غير الموضعية بين الأنظمة، دون أي افتراض حول عملها الداخلي[3]، كما في المثال البسيط السابق لمطابقة الأصفار (0s)، والآحاد (1s).

أظهر الباحثون منذ ذلك الحين أنه يمكن لاختبار CHSH، ليس فقط الكشف عن الارتباطات غير الموضعية بين صندوقين كَمِّيَّيْن أسودين، بل عن الخواص الفيزيائية الأخرى كذلك، كالعشوائية الكَمِّيَّة الناجمة عن الصناديق[4]، أو ـ في بعض الأحوال ـ طورها الكَمِّي المشترك[5]. وهذا ممكن، نتيجةً لكون النظرية الكمية تفرض علاقات بين انعدام الموضعية (المحلية) والسمات الفيزيائية الأخرى. لقد تَتَبَّع رايشارت وزملاؤه ـ في تلك الدراسة ـ مسار الاستدلال هذا؛ وحققوا اختراقًا تقنيًا، إذ برهنوا على أن وجود قدر كاف من عدم المحلية ـ كما يقيسها اختبار CHSH ـ يميِّز (تقريبًا) بشكل كُلّي حالة الترابط المشتركة والحركيات الفرادى للصندوقين الكَمِّيَّيْن الأسودين.

وبالإضافة إلى ذلك.. أظهر الباحثون أنّ اختبار CHSH يمكن استخدامه كأداة لتحقيق الديناميّات الكَمِّيَّة الاعتباطية والسيطرة عليها لدى نظامين كَمِّيَّيْن غير مفاعلين، دون اتخاذ افتراضات حول بنيتهما الداخلية. هذه النتائج ليست فقط رائعة من ناحية المفاهيم، لكنها ـ كما نوقش سابقًا ـ لها أيضًا تبعات عميقة بالنسبة إلى حسابات الكَمّ العمليّة، وعلم التشفير.

ستيفانو بيرونيو يعمل بمختبر المعلومات الكَمِّيَّة، الجامعة الحرة، بروكسل، بلجيكا.
البريد الإلكتروني: stefano.pironio@ulb.ac.be

تشابُك موثوق فيه

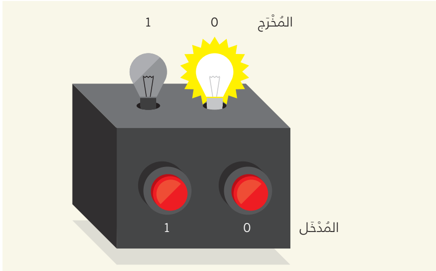
دوريت أهارونوف

تُعد قطة شرويدنجر صورة شعبية لنظام كَمِّي كبير، لكن النمر البري قد يكون أكثر ملاءمة. وبعد كل شيء، فإن وصف الطور الكمي لعدد أقل من 1000 غزل كمي قد يتطلب 2^{1000} من المُعاملات، وهو عدد يفوق عدد الجسيمات المقدَّر في الكون! تلك الأطوار الكمية المعقدة أُسِّيًّا هي ما ستستخدمه بالضبط حاسبات الكم المستقبلية؛ لتحقيق سرعات رائعة تفوق الحسابات التقليدية، لكنّ زيادة التعقيد هذه سيف ذو حدين: أي أن النظم الكلاسيكية أيضًا لا يمكنها محاكاة النظم الكمية المعقدة بأي قدر معقول زمانيًّا ومكانيًّا، وبذلك لا يمكن التنبؤ بسلوكهم، ولا اختبار إنْ كانت تَسْلُك المتوقَّع منها[6]. وهناك سبب وجيه لعدم الثقة بأجهزة الكم: فهي هشة للغاية ومعقدة، وتصعب السيطرة عليها. هل يمكننا أن نطلق سراح «النمر الكمي»؟ هل يمكننا اختبار إنْ كانت نظم الكَمّ المعقدة تتصرف كما ينبغي، بينما نثق فقط بأجهزتنا التقليدية القديمة الجيدة؟ لقد أثبت رايشارت وزملاؤه ذلك؛ وكانت الإجابة المعجزة: نعم.

كانت نقطة البداية للمؤلفين هي لعبة[3] اختبار CHSH، حيث يلعب طرفان غير متواصلين ضد الحَكم (انظر الشكل 2 من البحث1). ونمطيًّا، يمكن للاعبين الفوز بنسبة 75% من الوقت فقط، لكن إذا تشاركوا طورًا كميًّا خاصًّا، يُسمَّى طور «أينشتين–بودولسكي–روزِن» الكمي (EPR)؛ فإن احتمال الربح يصبح 85%. تجسِّد هذه النتيجة ما سماه أينشتاين «فِعلًا شبحيًّا على بُعد مسافة ما»، ويسمى كذلك «تشابكًا كميًّا»، يوفر وسيلة لاختبار ما إذا كان نظام الطرفين غير المتواصلين في طور ميكانيكي كميًّا، أم لا: العب لعبة CHSH وكرِّر اللعب، كل مرة بالحالة الابتدائية ذاتها، وانظر هل اللاعبون سيفوزون بأكثر من 75% من الألعاب، أم لا.

والآن، دعنا نعكس هذا المنطق. اتضح أنه إذا فاز اللاعبون في 85% من الألعاب، فإن حالة مشاركتهم الابتدائية يجب أن يكون لها طور «أينشتاين-بودولسكي-روزِن». إنّ إسهامات رايشارت وزملائه التقنية الرئيسة هي إصدار جديد قوي متعدد الألعاب من هذا الادعاء: إذا لعب اللاعبان ألعاب CHSH مرات عديدة في تتابع، بدءًا بطور ابتدائي تعاونيًّا متعدد الجسيمات، والفوز بما يقارب نسبة 85% المثلى من مرات اللعب، فينبغي أن يكون طور اللاعبين بكامله قريبًا من أطوار «أينشتاين-بودولسكي-روزِن» المستقلة على بعضها البعض. وهذا يعني أكثر بكثير من مجرد التحقق من حالة النظام الـ«كَمِّيّة»، فهو يوثق حالة محددة لنظام كمي متشابك ضخم، ويفعل ذلك ببساطة بطرح متابعة «أسئلة وإجابات» كلاسيكية على النظام الخاضع للاختبار (الشكل 1).

والاستيثاق من تشابك الأنظمة الكمية متعددة الجسيمات له معنى ضمني مهم بالنسبة إلى علم التشفير عالي الأهمية أمنيًّا. التوزيع الكمي الأولي[7]QKD ذروة علم التشفير الكمي هو برتوكول يتيح بشكل لافت بتواصل طرفين سرًّا، حتى لو كان العالَم بأكمله يحاول التنصت. ومع ذلك.. فإن تحقيق ذلك البروتوكول ليس مأمونًا تلقائيًّا بسبب عيوب بتلك الأجهزة. فمثلًا، تصدر أجهزة التوزيع الكمي الأولي أصواتًا[8] تكشف معلومات حول الأسرار المتبادلة، مما يجعلها آمنة فقط ضد المتنصِّت الأصم. وقد وُجِد مرارًا أن تطبيقات التوزيع الكمي الأوّلي غير آمنة وتتطلب تصويبات بسبب تلك الأمور. في 1998، تصوَّر مايرز وياو[9] استخدامًا توثيق التشابك لتحقيق توزيع كمي أوّلي «مستقل على الجهاز»، وهو آمن، حتى إذا كانت الأجهزة الكَمِّيَّة المستخدَمة لتواصل الطرفين مصنَّعة لدى المتنصِّت نفسه. وبعد 15 عامًا من التقدم الجزئي المهم بواسطة باحثين آخرين،



الشكل 1 | التفاعل الكلاسيكي مع نظام كَمِّي. يعرض رايشارت وزملاؤه[1] نظامًا كَمِّيًّا معقدًا اعتباطيًّا كـ«صندوق أسود» بمدخلات ومخرجات كلاسيكية بسيطة. يستطيع الباحث التجريبي أن يسبر غور النظام فقط بالضغط على مفتاح 0، أو مفتاح 1، وتكون مخرجات النظام إجابتين ممكنتين فقط، وهما: 0 أو 1، تبعًا للضوء اللامع يمينًا أو يسارًا.

صنع رايشارت وزملاؤه أخيرًا القفزة النظرية المفقودة نحو هذا الهدف، إذْ قدَّموا توصيفًا لبروتوكول توزيع كمي أوّلي، وبرهنوا أنه آمِن حتى عندما تكون الأجهزة مصمَّمة بشكل كَيْدي.

ويمكن توسيع بروتوكول المؤلفين؛ لاعتماد التطور الزمني الصحيح للتشابك بداخل الأطوار الكمية التي تُعَدّ أكثر تعقيدًا من مجموعة أطوار أينشتاين، وبودولسكي، وروزِن (EPR) المستقلة. وبكلمات أخرى.. يشهد بروتوكولهم الموسع أن حسابات كمية عامة تم أداؤها كما زُعِم. كيف لتجريبي كلاسيكي التحقق من أن تلك الأطوار الكمية تم توليدها، رغم أنها أكثر تعقيدًا ـ بالنسبة إليه أو إليها ـ من أن تكتب؟ وقد سبق تحقيق هذه المهمة باستخدام اختبار «ميكانيكي كَمِّي» بدرجة ما[10]. قدَّم رايشارت وزملاؤه بمهارة اختبارًا تقليديًّا تمامًا باستخدام نهج مشابه بنهج شُرطيّة تستجوب لِصَّيْن عن جريمة لا تعرف عنها شيئًا؛ فتبحث عن تناقضات في إجاباتهما، وتمنعهما من تنسيق ردودهما. الافتراضات الوحيدة في بحث المؤلفين هي أن الحاسوب الكمي قيد الاختبار يمكن أن ينقسم إلى جزءين (طرفين) غير متفاعلين، وأن المُخْتَبِرين يمكنهم التواصل فرديًّا مع كل طرف.

ينبغي أن يصبح تطبيق بروتوكولات رايشارت وزملائه عمليةً، أي أكثر كفاءة، وتتحمل الخطأ. ومع ذلك.. تثبت البروتوكولات صحة مبدأ أنّ اختبار العمل الداخلي للأنظمة الكمية المعقدة اعتباطيًّا أمر ممكن، دون التدخل بفرضياتها. وسوف يتيح وضع البروتوكولات موضع التنفيذ اختبارات جديدة أكثر صرامة ـ بشكل كبير ـ لأجهزة معالجة المعلومات الكمية أكثر ممّا تمَّ سابقًا. ■

دوريت أهارونوف تعمل بكلية علوم وهندسة الحاسوب، الجامعة العبرية، القدس.
البريد الإلكتروني: doria@cs.huji.ac.il

1. Reichardt, B. W., Unger, F. & Vazirani, U. *Nature* **496,** 456–460 (2013).
2. Bell, J. S. *Physics* **1,** 195–200 (1964).
3. Clauser, J. F., Horne, M. A., Shimony, A. & Holt, R. *Phys. Rev. Lett.* **23,** 880–884 (1969).
4. Pironio, S. *et al. Nature* **464,** 1021–1024 (2010).
5. McKague, M., Yang, T. H. & Scarani, V. *J. Phys. A* **45,** 455304 (2012).
6. Aharonov, D. & Vazirani, U. in *Computability: Turing, Godel, Church, and Beyond* (eds Copeland, B. J., Posy, C. J. & Shagrir, O.) (MIT press, in the press).
7. Bennett, C. H. & Brassard, G. in *Proc. IEEE Int. Conf. Computers, Systems and Signal Processing*, Bangalore, 175 (IEEE, 1984).
8. Bennett, C. H., Bessette, F., Salvail, L. & Smolin, J. *J. Cryptol.* **5,** 3–28 (1992).
9. Mayers, D. & Yao, A. *Quant. Inf. Comp.* **4,** 273–286 (2004).
10. Aharonov, D., Ben-Or, M. & Eban, E. *Proc. Innov. Comp. Sci.*, Beijing, 453–469 (Tsinghua Univ. Press, 2010).

NATURE

قبل 50 عامًا

إنّ التركيز على أن «تحسين النسل» eugenics هو الهدف التطبيقي للبيولوجيا الجزيئية يغفل الآفاق الأكثر إلحاحًا لفهم النمو البشري، ثم السيطرة عليه. ولإبراز التناقض، اقتُرِح استخدام مصطلح «تحسين النمط الظاهري» مقابل مصطلح «تحسين النسل» euphenics، كما هو الأمر مع استخدام مصطلح «النمط الظاهري» phenotype مقابل مصطلح «النمط الجيني» genotype. إن سيطرة الإنسان على نموه الجسدي الذاتي، أي ‹تحسين النمط الظاهري›، يتعدى وسائل تحسين النسل وغاياته أيضًا، مثل جميع الثورات الثقافية السابقة التي شكّلت النوع البشري: اللغة، والزراعة، والتنظيم السياسي، والتقنيات المادية.

من «نيتشر»، 4 مايو 1963.

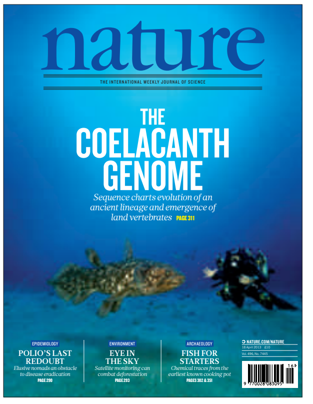
قبل 100 عام

بعد زمن طويل، بدأ الرجال العمليُّون يدركون أن الاستفادة بمخزون الطاقة المحتمَلة من الفحم بأساليب أكثر عقلانية من تلك الأساليب السائدة حتى وقتنا هذا تُعتبَر مشكلة، ينبغي التعامل معها بجدية، إذا أردنا الحفاظ على تفوقنا العالمي في إنتاج المنتجات الصناعية الرئيسة.. فقد تتحقق مزايا اقتصادية هائلة، إذا طبّقنا مزيدًا من الأساليب العلمية ـ أي طبّقنا مزيدًا من التفكير السليم ـ في استهلاك الفحم. وتشير الحسابات إلى أن استهلاكنا السنوي من الفحم ما بين 143 و168 مليون طن سنويًّا، منها 30 إلى 36 مليون طن تُستخدم للأغراض المنزلية. ومن هذا الكم الهائل، يقدَّر أنّ هناك إهدارًا ما بين 40 ـ 60 مليون طن عمليًّا. والموضوع، في الواقع، باعتراف الجميع له أهمية وطنية، لكنّ هناك خوف من أنّ هذا البلد لن يستيقظ ليَعِيَ المغزى الكامل لهذه الحقيقة، إلاّ عندما يُجابَه بوطأة الضرورة؛ فتحكم الحاجةُ قبضتَها حينئذ، لدرجة قد يصبح الوقت معها متأخرًا جدًّا للإفلات منها.

«نيتشر»، 1 مايو 1913



ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 18 أبريل 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 18 أبريل من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الأنظمة الحيوية

قياس المسافة حتى نقطة التحوُّل

إنّ سلوك الأنظمة المعقدة عند نقاط التحول يصعب التنبؤ به، حيث يمكن لتغيُّر طفيف أن يؤدي إلى تحول كبير في حالة النظام. وقد حددت الدراسات التي أُجريت مؤخرًا العواملَ الزمنية، مثل وقت الصحة (الاستعادة)، وتغيرات الحجم، ومقياس الوقت للتقلبات التي تسبق نقاط حرجة. وقد أنتج لِي داي وزملاؤه تجمعات خمائر متبرعمة مترابطة مكانيًّا عبر التشتيت المحكوم بين الجيران الأكثر قربًا، ونقَّبوا عن أنماط زمانية مكانية توقعت انهيار التجمعات بعد الترجيف (التشويش)، وهو إدخال محلول سكروز قليل التركيز، مقارنةً بتركيز السكروز في محيطها. وكلما ازدادت المسافة من الرقعة مخففة التركيز، ازدادت كثافة تجمعات الخمائر في اتجاه حالة الاستقرار. وكانت المسافة المطلوبة لصحة التجمعات المترابطة أكبر بكثير عندما كانت التجمعات قريبة من الانهيار. وأدخل هذا العمل مفهوم «طول الاستعادة» كمقابل مكاني لـ«زمن الاستعادة». وكما أن الحدود بين المناطق مختلفة النوعية في كل مكان بالطبيعة، فكثيرٌ من الأنظمة في المحيطات وعليها مُعَرَّض لمثل ذلك الحال من انعدام الاستقرار المكاني.

Slower recovery in space before collapse of connected populations

L Dai *et al*

doi:10.1038/nature12071

البيولوجيا الجزيئية

مفتاح الوَصْل والقَطْع لتجميع الكروماتين

يُسكت الكروماتين المُتغايِر مناطق واسعة بالجينوم، وهو أمر حاسم لعمليات نووية كثيرة تحدث بداخل نواة الخلية. وتتم عملية نشر الكروماتين المُتغاير بواسطة بروتينات HP1 المتجمعة على هيستون الكروماتين المميثل (H3K9). وقد استخدم جيتا ناريكار وزملاؤه تنويعة من الأساليب، لإظهار أن بروتين خميرة HP1 الانشطارية، المسمى Swi6، موجود في حالة تثبيط ذاتي عندما لا يكون مقيدًا بالكروماتين، لكنه عند التقييد إلى علامة الميثيل H3K9 والحمض النووي النيكلوسومي، فإنه يتحول إلى حالة مُؤَهَّلَة للانتشار. وتعطيل هذا التحول يعطِّل تجميع الكروماتين المتغاير، وإسكات الجينات.

A conformational switch in HP1 releases auto-inhibition to drive heterochromatin assembly

D Canzio *et al*

doi:10.1038/nature12032

البيولوجيا البنيوية

بنية إنزيم كينورينين-3 أحادي الأكسيجيناز

مسار كينورينين هو الطريق الرئيس لانحلال التربتوفان في الثدييات. وتلعب بعض عناصر الأيض (المستقلبات) الناتجة عن انحلال التربتوفان دورًا مهمًّا في الاضطرابات العصبية التنكسية. ويؤدي تثبيط إنزيم كينورينين 3–أحادي الأكسيجيناز (KMO) إلى تحسين الأنماط الظاهرية المتصلة بمرض هنتنجتُن بمختلف النماذج الحيوانية. وتعرض هذه الدراسة بنية هذا الإنزيم في الشكل الحر، وفي مُرَكب مع مُثَبِّط. وستقدم هذه الدراسة أساس تطوير المثبطات للاستخدام العلاجي المحتمل في الأمراض العصبية التنكسية.

Structural basis of kynurenine 3-monooxygenase inhibition

M Amaral *et al*

doi:10.1038/nature12039

الحوسبة الكمية

السيليكون يُعبَّأ لعالم الحوسبة الكَمِّيَّة

يُعَدّ الغزل النووي لشائب ذرات الفوسفور-31 في السيليكون واعدًا، خاصة ككوبتات (وحدات) ذاكرة، نظرًا إلى طول أزمنة تماسكه. ووصف جارّيد بلا وزملاؤه عرض نتائج معلومات كهربية لِلَقْطَةٍ مُفردة ومعالجة متماسكة لكوبت نووي غزلي مُفرد لفوسفور P^31 في السيليكون. وتبرهن هذه النتائج على أن السيليكون (التكنولوجيا الحديثة السائدة في الإلكترونيات) يمكن تكييفه لاستضافة قياس كهربي مكتمل، ومنصة تحكُّم بمعالجة المعلومات كميًّا، أساسها الغزل النووي.

High-fidelity readout and control of a nuclear spin qubit in silicon

J Pla *et al*

doi:10.1038/nature12011

علوم المواد

إلكترونات فائقة السطوع

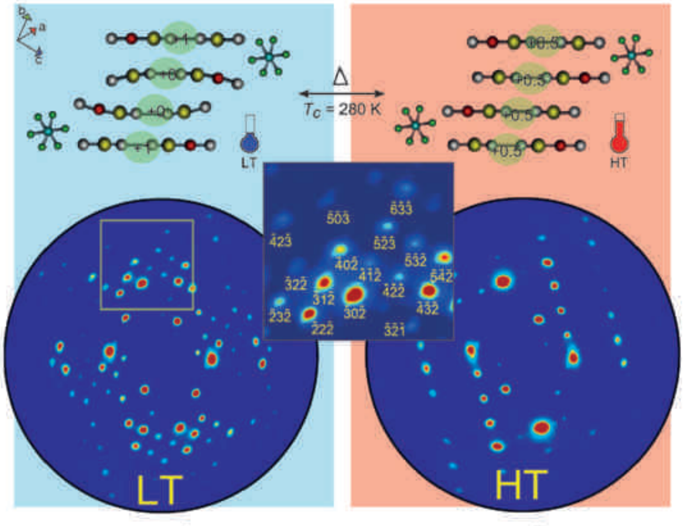
أمكن مؤخرًا ـ باستخدام أساليب حيود هائلة السرعة ـ ملاحظة الحركات الذَّرية بطريقة مباشرة في عمليات الطور المُكثَّف، لكنّ المواد العضوية ـ حيث تجري تفاعلات كيميائية وحيوية مهمة كثيرة ـ أمرٌ مختلف.. فمراكز الانتشار الضعيف، والتقلقل الحراري، والتوصيل الحراري الضعيف غالبًا ما تحلل العينة قبل تحصيل بيانات مفيدة، بيد أنّ هناك انفراجة تقنية حدثت مؤخرًا، وأتاحت مصدر إلكترونٍ ساطع للغاية في نطاق الفيمتوثانية، يعمل عند معدل منخفض التكرار، وقد استخدم ذلك مؤخرًا مِنجْ جاو وزملاؤه لتسجيل أنماط حيود متأخرة الوقت، بجودة كافية لوضع خريطة للحركات الجزيئية المرتبطة بإعادة تموضع الشحنة المستحثة ضوئيًّا في ملح عضوي. وتوضح تلك النتائج رجحان إمكانات مصادر الإلكترونات فائقة السطوع بنطاق الفيمتوثانية في دراسات تهدف إلى فحص العمليات البنيوية الديناميةِ المُعقدة بالأنظمة المتقلقلة المتعلقة بالكيمياء والأحياء.

Mapping molecular motions leading to charge delocalization with ultrabright electrons

M Gao *et al*

doi:10.1038/nature12044

الشكل أسفله | انتقال الطور الأول للعازل إلى معدن في $(EDO\text{-}TTF)_2PF_6$. تمثل اللوحات العلوية توضيحا للتغيرات الجزيئية والإلكترونية المصحوبة بالانتقال الطوري الحراري للعازل إلى معدن. تمثل اللوحات السفلية أنماط حيود أطوار LT وHT، التي حصلنا عليها عند 230 كلفن و295 كلفن على التوالي. تعرض الصورة المُلحقة أسس ميللر المُصنَّفة (h, k, l). يعادل كسر التماثل (ازدواج الخلية) القمم المفهرسة كـ(k=2n+1) في الطور LT.



درجة حرارة منخفضة درجة حرارة مرتفعة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا الجزيئية

توطين حمض ريتينويك الجنين

المورفوجينات أو مُحْدِثَات التَّخَلُّق هي جزيئات إشارية انتشارية تنقل مصائر مختلفة إلى الخلايا، اعتمادًا على تركيزها. حمض الريتينويك هو مورفوجين شاذ، بمعنى أنه جزيء صغير محب للدهون، بدلًا من عديد البِبْتايد. ويمكن النظر إلى معظم مُحْدِثَات التَّخَلُّق في الجسم الحي بدمجها بمؤشرات فلورسنت، لكن حمض الريتينويك غير الببتايدي أصعب تصويرًا بشكل مباشر، ولم تتضح بعد كيفية توزيعه مكانيًّا في الجنين. وقد طوَّر أتسوشي مِيَاواكي وزملاؤه مؤخرًا مسابير مشفرة وراثيًّا، تسمى «جيبراس» GEPRAs، تتيح قياسًا كميًّا لتركيز حمض الريتينويك بالجسم الحي. وأظهروا وجود تدرُّجات خطيّة لتركيز حمض الريتينويك بطول المحور الأمامي الخلفي بأجنة سمكة الزرد، وخلصوا إلى أن البيانات تدعم نموذجًا لديناميات المورفوجينات، اقترحه فرانسيس كريك في عام 1970.

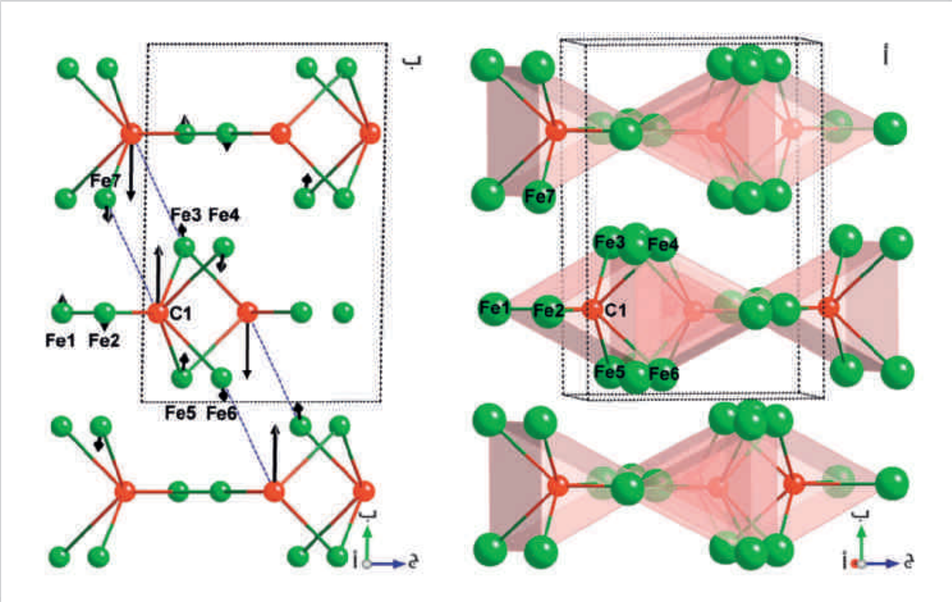
Visualization of an endogenous retinoic acid gradient across embryonic development
S Shimozono *et al*
doi:10.1038/nature12037

جينوم الحياة القديمة

جينوم سمكة سيلاكانث

جذبت سمكة سيلاكانث أو «كويلاكانث Coelacanth» الأفريقية الاهتمام الدولي، عندما تم اصطيادها قبالة ساحل جنوب أفريقيا في 1938، حيث كان يُعتقَد أن سمكة سيلاكانث الأفريقية قد انقرضت قبل 70 مليون سنة. ومؤخرًا، تم فك متتابعات جينومها. وهكذا.. يحل التحليل الشُّعبي الجينومي (التطوري) مسألة طال أمدها حول أي سمكة فَصِّيّة الزعانف، أقرب قريب حيّ لفقاريّات البر؛ فجاءت السمكة الرئوية، وليست سمكة سيلاكانث. هذا.. وتتطور جينات ترميز البروتين لسمكة سيلاكانث ببطء، مما قد يفسر كون سمكة سيلاكانث الموجودة اليوم مماثلة لأسلافها الأحفورية التي يصل عمرها إلى 300 مليون سنة. وتُظهِر دراسة تغيرات الجينات والعناصر التنظيمية أهمية العوامل ـ بما فيها تطور الدماغ والزعانف، والمناعة، وإفراز النيتروجين ـ في تكيُّف الفقاريات للعيش على الأرض.

The African coelacanth genome provides insights into tetrapod evolution
C Amemiya *et al*
doi:10.1038/nature12027



علوم المواد

إظهار القوة تحت الإجهاد

عند تعرُّض معظم المواد إلى إجهاد متزايد؛ تصبح أضعف؛ وتتعرض للكسر في نهاية المطاف، لكن هناك استثناءات، تتمثل في التيبس بالإجهاد الشائع بالأنظمة البيولوجية المعقدة، كالأوعية الدموية والجلد، حيث تقوم بحماية الأنسجة اللينة من التشوه المفرط. وهي ظاهرة نادرة في المواد الصلبة المتبلِّرة، لكن تشاو جيانج، وسريفيلَي پوثر سرينيفاسان أوردا حسابات ميكانيكية كَمِّيَّة تكشف سلوك تيبّس بالإجهاد، انعكاسيًّا في كربيد الحديد (Fe_3C) وبوروكربيد الألمونيوم (Al_3BC_3)، تعمل من خلال آليَّتين مختلفتين. ونتائج كربيد الحديد (Fe_3C) لها أهمية تكنولوجية خاصة. ويُسمَّى كربيد الحديد (Fe_3C) أيضًا «سيمينتايت»، وهو راسب يوجد في الفولاذ الكربوني. وبالتالي، يمكن أن تسهم تلك النتائج في نماذج لتوقُّع صلادة وقوة الفولاذ والمواد الإنشائية الأخرى.

Unexpected strain-stiffening in crystalline solids
C Jiang *et al*
doi:10.1038/nature12008

الشكل أعلاه | بنية السيمنتايت البلورية. أ، حالة الاتزان. تمثل الكرات الخضراء والحمراء ذرات الحديد (Fe) والكربون (C) على التوالي. ذرات الحديد الست التي تمثل أقرب جيران ذرة الكربون مُرَقَّمَة من (Fe_1) إلى (Fe_6). ب، استرخاءات ذرية داخلية غير متجانسة كاستجابة لنسبة 2% (010)[001] من إجهاد القّص. تعطي الأسهم الاتجاهات والقيم النسبية للإزاحات الذرية. يوضح الخط الأزرق المتقطع روابط Fe_7-C_1 التي ستتشكل عند قيم كبيرة لإجهادات القّص، لكنها غائبة في حالة البنية المتزنة. يمثل الخط الأسود المتقطع الوحدة الخلوية البدائية للسيمينتايت؛ واستخدم التظليل الزهري لإبراز المناشير الثلاثية لـFe_6C وهو كتلة البناء الأساسية للسيمينتايت.

علم الأعصاب

قشرة الفصّ الجَبْهي في تعاطي المخدرات

استخدم انتونيلو بونشي وزملاؤه نموذجًا قارضًا لتناول الكوكايين قهريًّا؛ لإظهار أنه في تلك الحيوانات المعبرة عن أقوى سلوكيات البحث عن المخدرات، هناك انخفاض مُطوّل في نشاط الطبقات الأعمق من قشرة قبل (الحُوْف)، وهو جزء بالدماغ يُعتقد في ارتباطه بالبحث القهري عن المخدرات. وتصحيح قصور هذا النشاط باستخدام استراتيجيات بصرية وراثية يمنع سلوكيات التماس الكوكايين. كما كان التثبيط البصري الوراثي لنشاط قبل (الحُوْف) كافيًا لتحريك البحث القهري عن المخدرات. ويرشّح هذا البحث تحفيز قبل (الحُوْف) علاجًا محتملاً لمستخدم المخدرات قهريًّا.

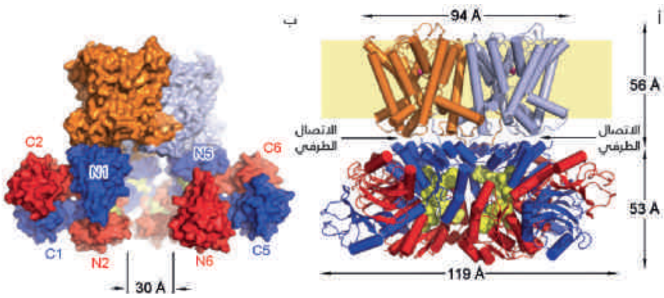
Rescuing cocaine-induced prefrontal cortex hypoactivity prevents compulsive cocaine seeking
B Chen *et al*
doi:10.1038/nature12024

البيولوجيا الجزيئية

تمييز ناقلات البوتاسيوم البكتيرية

المعلوم أن أيون البوتاسيوم (+K) ضروري لعمليات فسيولوجية كثيرة، ويجب أن يتركز في جميع الخلايا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الحية؛ لأجل بقائها. وفي البكتيريا، تتوسَّط وتنظِّم امتصاصَ أيون البوتاسيوم بروتيناتُ فصيلة من ناقلات أيون البوتاسيوم (SKT). وكانت ورقتان بحثيّتان نُشرتا مؤخرًا بمجلة «نيتشر» قد درستا بنية ووظيفة بروتينات ناقلات أيون البوتاسيوم من فصائل فرعية مختلفة. وقدم مينج چو وزملاؤه توصيفًا كهربيًّا فسيولوجيًّا وبنيويًّا لمركب TrkA، المُشَكّل بواسطة TrkH، وبروتين RCK المرتبط به أيضًا. وتقترح هذه الدراسة آليّةً بموجبها تُضاف التغيرات التشكيلية المستحثة بثُلاثي فُوسْفات الأَدِينُوزِين في TrkA إلى نشاط TrkH. وقد حدَّد جواو موريس كابرال وزملاؤه التركيب البلوري بالأشعة السينية لناقل أيون البوتاسيوم Ktr. وتكشف بنية مركب KtrAB عن كيفية تفاعل بروتين KtrB الغشائي المثْنَوِيّ (مزدوج الصيغة الجزيئية) مع بروتين KtrA التنظيمي العصاري الخلوي ثُماني الصيغة الجزيئية.

Gating of the TrkH ion channel by its associated RCK protein TrkA

Y Cao *et al*

doi:10.1038/nature12056

The structure of the KtrAB potassium transporter

R Vieira-Pires *et al*

doi:10.1038/nature12055

الشكل أعلاه | بنية الناقل (KtrAB K1).

أ، رسم كاريكاتوري لبنية (KtrAB) مع الجانب خارجَ الخَلَوي للخلية لأعلى. وُحيدات (KtrB) باللون البرتقالي والأزرق الفاتح بينما وُحيدات (KtrA) باللونين الأزرق الداكن والأحمر؛ ثُلاثِي فُوسْفاتِ الأَدِينُوزِين يظهر كُرَيَّات صفراء وK+ كُرَيَّات أرجوانية (ماجِنْتا)، يظهر غشاء الخلية كمستطيل أصفر شاحب. **ب،** تمثيل KtrAB السطحي مُدوَّر بالنسبة للوحة أ على طول المحور العمودي. تم إزالة واحد من مَثْنَوِيّ الصيغة الجزيئية KtrA لمشاهدة الثقب وسط الحلقة ثمانية الصيغة الجزيئية. فصوص N وC لوحيدات KtrB تمت الإشارة إليها.

علوم الكون

اكتشاف مجرّة انفجار نجمي هائلة

توفر الخواص الفيزيائية لمجرّات الانفجار النجمي الهائلة الأولى في الكون أدلة مهمة للأنماط المبكرة لتَكوُّن البنية الكونية المبكرة. ونظرًا إلى أنّ مناطق التكوُّن النجمي الكثيفة تميل إلى أنْ تكون مغطاة بالغبار؛ فسوف يشكل البحث عن تلك الأنظمة عند حيود حمراء شديدة الارتفاع تحديًا كبيرًا. وتمّ التعرف مؤخرًا على مجرّة انفجار نجمي هائلة عند حيود حمراء z=6.34، بعد الانفجار العظيم بنحو 880 مليون سنة، عندما كان عمر الكون 6.25% من عمره الحالي. وتكشف بيانات الانبعاث الخطي عن وجود 100 مليار كتلة غاز شمسية، تكافئ 40% من الكتلة الباريونية (المادة المرئية) للمجرّة على الأقل. وتستضيف المجرّة انفجارات نجمية كثيفة، محوِّلةً الغاز إلى نجوم بمعدل أكبر بألفي ضعف من نظيره بدرب التبانة. وتتسق تلك النتائج مع النظرية القائلة بأنّ المجرّات الهائلة تكوَّنت عبر انفجارات نجمية مفرطة في مراحل الكون المبكرة.

A dust-obscured massive maximum-starburst galaxy at a redshift of 6.34

D Riechers *et al*

doi:10.1038/nature12050

الأحياء المجهرية

أغلفة من بروتينات الخليّة المضيفة

هذه الدراسة لفيروس التهاب الكبد-إيه (HAV) تتحدى مبدأً أساسيًّا في علم الفيروسات، ألا وهو التمييز كلاسيكيًّا بين فيروسات «مغلفة»، و«غير مغلفة». وفيروس التهاب الكبد-إيه هو فيروس بِيكُورْنَاوِيّ مكوّن من جزيء حمض نووي ريبي مفرد الضفيرة، ومعلب في قشرة بروتينية، يُصَنَّف كأحد الفيروسات غير المغلفة، التي تفتقر إلى غشاء ثنائي الطبقة الدهنية. وقد أظهر ستانلي ليمون وزملاؤه مؤخرًا أن جُسَيمات فيروس التهاب الكبد-إيه التي تطلقها الخلايا يمكنها استمالة آلة مركبات فرز الإندوسوم اللازمة للنقل (ESCRT)، التي أصبحت ملفعة بأغشية مشتقة من المضيف. وقد ييسر غلاف الفيروس المختطف انتشاره داخل الكبد، ويمكن أن يفسر أيضًا كيف يعمل النقل السلبي للأجسام المضادة كوقاية بعد التعرض للفيروس، وهي ظاهرة معروفة إكلينيكيًّا منذ عقود، ولكن لم يتم تفسيرها.

A pathogenic picornavirus acquires an envelope by hijacking cellular membranes

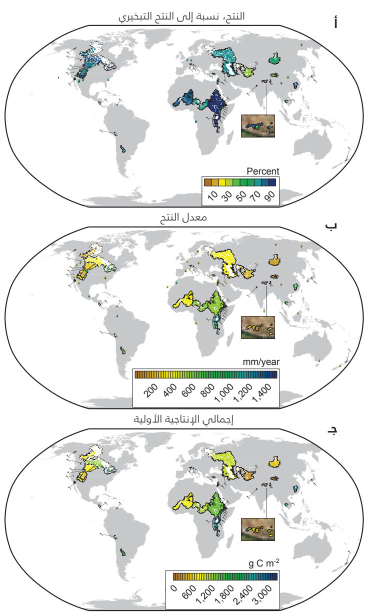
Z Feng *et al*

doi:10.1038/nature12029

الهيدرولوجيا

النباتات تسود حسابات تدفّق المياه

الماء المتدفّق من سطح الأرض إلى الغلاف الجوي ينقسم بين التبخر والنتح من مسام أوراق النباتات. ففي حين أن التقسيم الأساسي ـ كما يبدو ـ بين الفيزيائي والحيوي، ليس هناك حتى الآن إجماع على تقسيم نوعي التدفق عالميًّا؛ مما يؤدي إلى عدم اليقين حول استجابات تنوعات المناخ المستقبلية. ومؤخرًا، استخدم



سكوت جاسيتشكو وزملاؤه التوقيع النظائري للنتح والتبخر من مجموعة من البيانات العالمية للبحيرات الكبيرة؛ كشفت بدورها أن كميات هائلة من المياه ـ تُقدَّر بحوالي 90% من النتح التبخري الأرضي الكلي ـ يتم تدويرها عبر الغطاء النباتي من خلال النتح. وإحدى النتائج المستخلصة من تلك الدراسة هي أن دقة التدفق الحيوي ـ عوضًا عن الفيزيائي ـ هي ما ينبغي أن يأخذ الأولوية لتحسين النماذج المناخية.

Terrestrial water fluxes dominated by transpiration

S Jasechko *et al*

doi:10.1038/nature11983

الشكل أسفله | النتح وتدفق الكربون ضمن 73 تجمعًا لمياه البحيرات. أ، الفقدان بالنتح كنسبة مئوية من إجمالي النتح والتبخر؛ **ب،** معدلات النتح. **جـ،** إجمالي الإنتاجية الأولية لحوالي 10% من المساحة القارية للأرض. تُعرض المعينات الملونة للأحواض الصغيرة كمُساعِدات بصرية. تمثل المثلثات المقلوبة قياسات النتح المجمعة في المواقع.

سمك مطهوّ في الفخار بأقدم المطابخ

كان تطوير صناعة الفخار علامة فارقة في مسيرة الإنجاز الإنساني؛ مما مهَّد الطريق للطهو المتطور والتخزين، وتقنيات أخرى عديدة. عاش أقدم الخَزّافين المعروفين بشرق آسيا قبل فترة طويلة من تطوير الزراعة، أو حياة الاستقرار. وكان ما فعلوه مع آنِيَتهم في تصنيعها نوعًا من التخمين، لكنّ تصنيع هذه الآنية الفخارية في الوقت الحالي مسألةٌ كيميائية. وقد أتاح فحصُ النظير المستقر الكروماتوغرافي لآنِيَةٍ من السيراميك، إجمالي عددها 101، متفحِّمة من عصر الجومون (Jōmon) الياباني ـ تعود إلى حِقَب قبل 11,800 إلى 15,000 عام ـ الدليلَ الأقدم لاستخدام الفخار في الطهو. وكان السَّمَك على قائمة الطعام الذي يتم طهوه، لأن الدهون المستخلصة من بقايا السيراميك تحمل سمات الكائنات البحرية، وكائنات المياه العذبة.

Earliest evidence for the use of pottery

O. E. Craig *et al*

doi:10.1038/nature12109


IMPACT
WE'VE GOT SOMETHING TO SHOW YOU.
nature.com/Tapin
nature publishing group npg

البيولوجيا الجزيئية

كَشْف أهداف عملية الأوبيكويتينيشن*

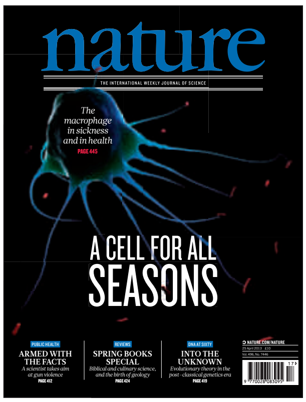
يتحور إنزيم باركين يوبيكويتين ليجاس في أشكال عائلية لمرض باركنسون (الشلل الرعاش)، ويتم تجنيده للميتوكوندريا المعطوبة، حيث يضيف بروتين الأوبيكويتين إلى بروتينات عديدة، ويُعَلِّمها بعلامات، لتخليص الميتوكوندريا بالالتهام الذاتي. وتستخدم الدراسة البروتيومات الكمية لتحديد أهداف الأوبيكويتينية الخلوية المعتمدة على بروتين باركين. ويقدم هذا العمل عددًا كبيرًا من الركائز المرشحة التي ستحتاج فحصًا بمزيد من التفصيل في عملية الكشف عن تفاصيل وظيفة بروتين باركين، وديناميات الميتوكوندريا.

* عملية أوبيكويتينيشن (Ubiquitination) هي عملية إضافة مركب الأوبكوتين (بروتين صغير يوجد في كافة الخلايا حقيقية النواة، ويقوم بدور مهم في تأشير البروتينات المزمع شقها بالتحليل، نظرًا إلى عدم الحاجة إليها) إلى البروتين، وهي علامة لماكينة نقل البروتين، لتقوم بنقله وتحليله في البروتيسومات، وتُعرف باسم "قبلة الموت".

Landscape of the PARKIN-dependent ubiquitylome in response to mitochondrial depolarization

S Sarraf *et al*

doi:10.1038/nature12043



غلاف عدد 25 أبريل 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 25 أبريل من دوْريّة "نيتشر" الدولية.

ميكانيكا الكم

نهج تقليدي لاختبار مستوى الكَمِّيَّة

إنّ التفاعلات التجريبية مع النظم الكمية محدودة بالضرورة، فهل من الممكن السيطرة على تلك النُّظُم وقيادتها؟ تناول بن رَيتشارد وزملاؤه هذا السؤال الفلسفي الأساسي حول ميكانيكا الكَمّ فيما يتعلق بالحسابات الكمية والتشفير، التي تنطوي على نظم مُنَمْذَجة بطريقة منقوصة، أو غير موثوقة. ويصف المؤلفون مُخططًا يُمَكِّننا من توصيف نظم كمية كبيرة، موفرًا اختبارًا لكون الحاسوب الكمي المزعوم كميًّا حقًّا. وتشير النتائج إلى إمكانية قيادة نظام كمي غير موثوق باستخدام التدخلات التقليدية.

Classical command of quantum systems

B Reichardt *et al*

doi:10.1038/nature12035

الخلية

السيطرة على تمايز الخلايا التائيّة

تعرض هذه الورقة نظرة شاملة لشبكات الجينات التي تنظم تمايز الخلية التائية المساعِدة (T_H17) المنتِجة لـ«إنترلوكين-17». يُستخدَم التوصيف النسخي، والخوارزميات الحسابية، وتقنية جديدة باستخدام أسلاك السليكون النانوية للتلاعب بجينات الخلايا التائية الأولية؛ لبناء صورة تفصيلية للشبكة المعقدة التي تتحكم في تمايز الخلية التائية (T_H17)، وكبت قدرة خلايا (T_H17) التائية المعضِّدة للالتهاب. وتعرِّف هذه الدراسة 39 عاملاً تنظيميًّا، وتتثبت منها، وتسلط الضوء على أهداف علاجية محتمَلة جديدة؛ للسيطرة على تمايز الخلية التائية (T_H17). وكانت مجموعتان بحثيتان قد عرضتا مؤخرًا في «نيتشر» نتائج مفاجِئة، تُظْهِر أن تركيزات مرتفعة للملح تعزِّز أمراض المناعة الذاتية بتحفيز إنتاج الخلية التائية (T_H17) من خلايا CD4+ التائية.

Dynamic regulatory network controlling T_H17 cell differentiation

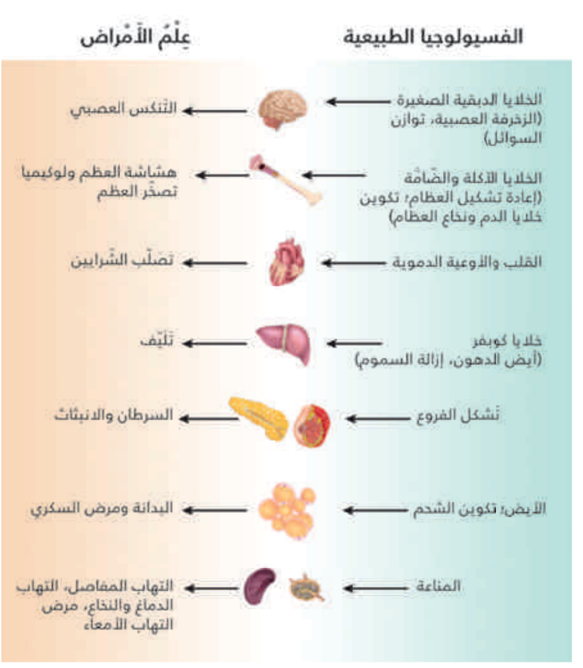
N Yosef *et al*

doi:10.1038/nature11981

نقص المناعة المكتسبة

نمط نمو فيروس نقص المناعة HIV

يتتبع هوا شين لياو وزملاؤه تطور أحد أنماط فيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة (HIV-1)، والتطور المشترك المتزامن لجسم BnAb المضاد المقيّد لموقع CD4، والمحيِّد بشكل واسع، من وقت عدوى مريض أفريقي لأكثر من ثلاث سنوات. وهذا الجسم المضاد ـ من سلالة (CH103) ـ هو نوع جديد من الأجسام المضادة واسعة التحييد BnAb، الذي يقيد بطريقة ـ حلقة الأساس ـ تمامًا تختلف عن فئة VRC01 من الأجسام المضادة وحيدة النسيلة من سلالة (CH103) الأقل تحورًا، مع بعض الطفرات



فسيولوجيا

البَلْعَم في الصحة والمرض

البلاعم هي خلايا آكلة (خلايا دموية تبتلع الأجسام الغريبة وتقضي عليها) موجودة بأنسجة الدم، والأنسجة الليمفاوية في جميع أنواع أنسجة الثدييات. ولديها أدوار كثيرة ومتنوعة في التطور الطبيعي، والتوازن، وإصلاح الأنسجة، والاستجابة المناعية للمُمرضات. وتنوعها يعني أنها تشارك تقريبًا في كل أمراض البشر، وهي أهداف علاجية رئيسة، ونظراً لإمكان تدعيم وظيفتها أو تثبيطها لتغيير نتائج المرض. وقد نشرت «نيتشر» مؤخرًا مراجعةً، تناقش فسيولوجيا البلعم من حيث آليات التماثل الساكن التي تسهم البلاعم بواسطتها في التكيّفات الفسيولوجية والفسيولوجية المرضية في الثدييات.

Macrophage biology in development, homeostasis and disease

T Wynn *et al*

doi:10.1038/nature12034

الشكل أعلاه | البلاعم الكبرى في التطور والتوازن والمرض. لخلايا البلاعم الكبرى أدوار تطورية عديدة في تشكيل معمار مختلف الأنسجة، كأنسجة المخ والعظام والغدة الثديية. بعد تطور الكائن الحي، تعدل البلاعم التوازن ووظائف الأعضاء الطبيعية (الفسيولوجيا) من خلال تنظيم أنشطتها المتنوعة، بما في ذلك التمثيل الغذائي والتوصيل العصبي، وذلك بكشف التلف. لكن، غالبًا ما يتم تخريب هذه الأدوار الغذائية والتنظيمية بأذى مستمر، وتساهم البلاعم في أمراض عديدة غالبًا ما تكون مرتبطة بالشيخوخة. منها مرض التهاب الأمعاء.

الكلية غير العادية، وقد تكون أسهل استحثاثًا. ولهذا العمل نتائج على تطوير لقاح فيروس نقص المناعة البشرية المكتسبة (HIV)، مما يشير إلى وجود سلالات فيروسية قد تولّد أجسامًا مضادة واسعة التحييد داخل المضيف.

Co-evolution of a broadly neutralizing HIV-1 antibody and founder virus

H Liao *et al*

doi:10.1038/nature12053

الجينوم

جينـــوم سمكـة الـزرد

تم مؤخرًا فك ونشر تتابعات جينوم سمكة الزرد كجينوم مرجعي مشروح جيدًا، باعتبار أنّ سمكة الزرد كائن نموذجي لدراسة التطور وأمراض البشر. وتَبَيَّن أن سمكة الزرد لديها أكبر مجموعة من الجينات في أي حيوان فقاري تم فك تتابعاته حتى الآن، وبها عدد قليل من الجينات الخادعة. وتكشف المقارنة بين تتابعات الإنسان وتتابعات سمكة الزرد أن 70% من الجينات البشرية لديها تناظر أو تناد واحد واضح على الأقل مع سمكة الزرد، وهو أمر مهم لدراسات الأمراض. وذكرت ورقة أخرى أن هناك جهدًا مستمرًّا لتحديد النمط الظاهري لطفرات تخريبية في كل جين مُشَفِّر للبروتين في سمكة الزرد. وباستخدام تتابع الجينوم المرجعي بجانب التسلسل عالي الإنتاجية والتطفير الكيميائي الكفؤ، وصفت النتائج الأولية للمشروع ـ التي تغطي 38% من كل جينات ترميز البروتين المعروفة ـ عواقب مظهرية لأكثر من 1000 أليل. والهدف على المدى الطويل هو إنشاء أليل قابل للحذف في كل جين يشفر البروتين في جينوم سمكة الزرد. وجميع الأليلات الطافرة والبيانات متاحة مجانًا على الرابط: go.nature.com/en6mos

A systematic genome-wide analysis of zebrafish protein-coding gene function

R Kettleborough *et al*

doi:10.1038/nature11992

The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome

K Howe *et al*

doi:10.1038/nature12111

الكيمياء البنيوية

محاليل بنيوية جديدة للجزيئات الضخمة

يتلاءم تطبيق الانتشار صغير الزاوِيَة (SAS) للأشعة السينية أو النيوترونات على مركبات (مجمعات) الجزيئات الضخمة أكثر من التبلّر بالأشعة السينية، وهي طريقة مفيدة بشكل خاص للبروتينات والمركبات ذات المرونة العالية. وقد طوَّر جون تينر، وروبرت رامبو سلسلة مقاييس كمية جديدة، تتيح الدقة لهذه البنى المشتقة من المحاليل، للتحقق من صحتها. ويقوِّي هذا التنقيح القدرات الذاتية للانتشار صغير الزاوية (SAS) للتحليلات عالية الإنتاجية، وينبغي أن تتوسع تطبيقاتها لدراسة الجزيئات الضخمة المرنة والجزيئات النانوية في المحلول.

Accurate assessment of mass, models and resolution by small-angle scattering

R Rambo *et al*

doi:10.1038/nature12070

الأحياء المجهرية

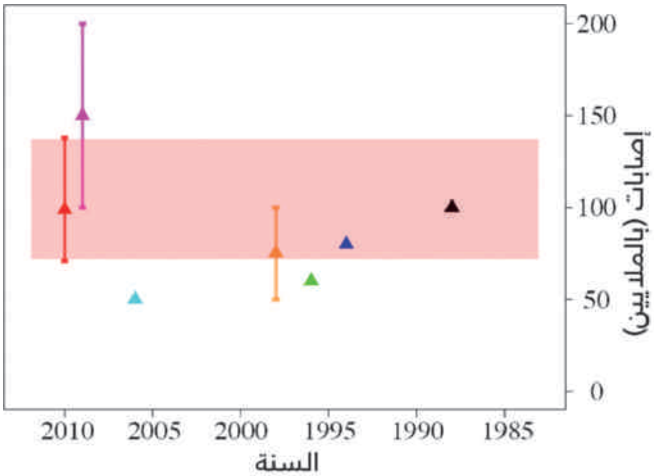
تحديد عوامل مضادة لفوعة البكتيريا

إنّ إنزيمات فوسْفُوليباز البكتيرية المفرزة لها أدوار مهمة في آلية الإمراض البكتيرية، مستهدفة الأغشية الخلوية للمضيف، ومسبِّبة تدمير الأنسجة، والتهابًا، وتعطُّل مسارات التبادل داخل الخلايا. وهنا، أعلن جوزيف موجوس وزملاؤه عن اكتشاف فصيلة متنوعة من إنزيمات فُسْفُوليباز البكتيرية، وأظهروا أنها تفعل أكثر من مجرد استهداف الخلايا المضيفة حقيقية النواة. وتؤدي هذه الإنزيمات أيضًا نشاطًا مضادًّا للبكتيريا داخل الأنواع وبين الأنواع، من خلال انْحِلال فوسْفاتيديل إيثانُولامين في الأغشية البكتيرية. ويرجِّح هذا البحث أن التفاعلات (بين البكتيرية) قد تكون عوامل مهمة في تقدم العدوى، ويشير البحث إلى نقاط الضعف التي قد ترشح أهدافًا مضادة للبكتيرية.

Diverse type VI secretion phospholipases are functionally plastic antibacterial effectors

A Russell *et al*

doi:10.1038/nature12074



علم الأوبئة

رسم خرائط انتشار حمى الضنك

تم العثور على العدوى الفيروسية المنقولة بالبعوض، المسبِّبة لحمى الضنك بالمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية بجميع أنحاء العالم، وغالبًا بمناطق حضرية وشبه حضرية. إنّ حدوث حمى الضنك في ازدياد، لكن التوزيع العالمي الحالي غير معروف جيدًا.وقد طبَّق سايمون هيه وزملاؤه تقنيات جديدة لرسم الخرائط إلى قاعدة أدلة واسعة؛ مما يقرب من 10 آلاف سجل للحالات. وكانت الحصيلة هي تقدير للإصابات الجديدة بحوالي 390 مليون إصابة سنويًّا، أي أكثر من ضعف التقديرات الصادرة مؤخرًا عن منظمة الصحة العالمية. إنّ مثل هذا العمل يوسِّع أهمية رسم الخرائط، ويقدم تقديرات عالمية لأعباء حمى الضنك المصحوبة بأعراض، وعديمة الأعراض، بلغت 96 مليونًا، و294 مليون، على التوالي.

The global distribution and burden of dengue

S Bhatt *et al*

doi:10.1038/nature12060

الشكل أعلاه | التقديرات العالمية لإجمالي إصابات حمى الضنك. مقارنة التقديرات السابقة لإجمالي إصابات حمى الضنك العالمية للأفراد من جميع الأعمار، 1985-2010. المثلث الأسود، المرجع 5؛ المثلث الأزرق الداكن، المرجع 15؛ المثلث الأخضر، المرجع 17؛ المثلث البرتقالي، المرجع 16؛ المثلث الأزرق الفاتح، المرجع 30؛ المثلث الوردي، المرجع 10؛ المثلث الأحمر، العدوى الواضحة من هذه الدراسة. يتم إيراد التقديرات مقابل سنة التقدير، وإذا لم يذكر، يتم إيراد التقديرات مقابل تاريخ النشر. التظليل الأحمر يشير إلى الفترة الموثقة لتقديرات الباحثين الراهنة، للمقارنة. أشرطة الخطأ من المرجع 10 والمرجع 16 تكرر فترات الثقة المقدمة في هذه المنشورات.

التصوير البنيوي

تصوير البنية الحيوية المغناطيسية بالخلايا

ظهر في السنوات الأخيرة أن مراكز لون شواغر النيتروجين (NV) الموجودة في الماس تمثل مسابير ممتازة عالية الدقة للبنى المغناطيسية، وصولًا إلى حركات الغزل الفرادى. كما أنها تتيح قدرة فريدة على التصوير المغناطيسي عالي الاستبانة في الظروف المحيطة. ولذلك.. يمكن استخدامها لدراسة الخواص المغناطيسية لعينات بيولوجية حية. فقد استخدم رونالد والسورث وزملاؤه مؤخرًا شريحة ماسية بمراكز شواغر النيتروجين (NV)؛ للحصول على صور بكتيريا تكتيكية مغناطيسية تحت ظروف المختبر المحيطة بدقة مكانية تحت خلوية تبلغ 400 نانومتر، ثم قاموا بتركيب المجال المغناطيسي الذي أنشأته تابعات جسيمات نانوية مغناطيسية «ماجنيتوسومات» magnetosomes مُنتَجة في البكتيريا. وتعرض الدراسة قدرات جديدة للتصوير الحيوي للبنى المغناطيسية، ويمكن استخدامها للنظر في تشكيل الجسيمات النانوية المغناطيسية في كائنات حية، حيث اقتُرِحت كآلية ملاحة مغناطيسية.

Optical magnetic imaging of living cells

D Sage *et al*

doi:10.1038/nature12072

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

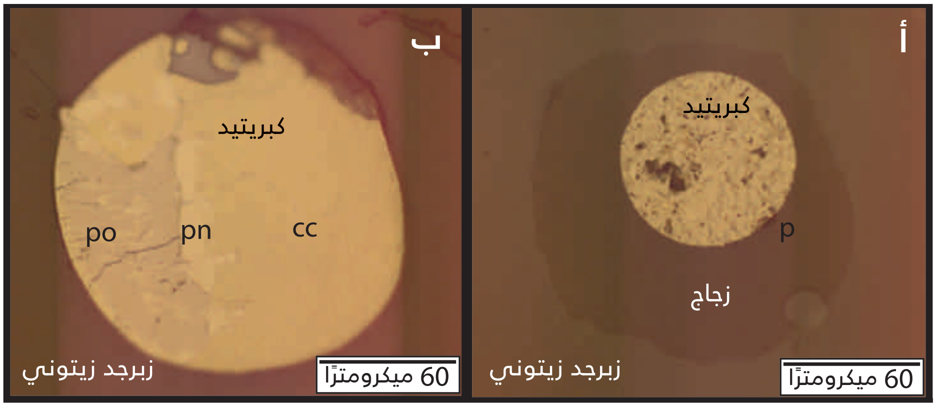
أمراض المناعة

ارتباط تركيزات الملح بأمراض المناعة الذاتية

توصلت مجموعتان بحثيتان مستقلتان إلى النتيجة المفاجِئة ذاتها، ألا وهي أنّ ارتفاع تركيزات الملح تشجع أمراض المناعة الذاتية بتحفيز إنتاج الخلية التائية ($T_{H}17$) المنتِجة لإنترلوكين-17 من خلايا CD4+ التائية. فقد أظهر شوان وُوْ وزملاؤه أن زيادات تركيزات الملح تستحث إنزيم المصل جلوكورتيكويد كيناز-1 (SGK1) في الخلايا التائية، وتعزز تمايز الخلية التائية ($T_{H}17$) بالمختبر وداخل الجسم الحي بالفئران. كما وجد ماركوس كلاينيڤيتفلد وآخرون أن الملح يستحث الخلايا التائية ($T_{H}17$) لدى الفئران والبشر بآلية معتمدة على تفعيل إنزيم المصل جلوكورتيكويد كيناز-1، وعلى مسار p38 MAP kinase/NFAT5). ولوحظ أنّ الفئران المتلقية لغذاء عالي الملح نشأ لديها اِلْتِهاب الدِّماغ والنُّخاع المناعي التجريبي الأشد ـ وهو نموذج بحثي لالتهاب الدماغ ـ بسبب الأعداد الكبيرة من الخلايا التائية($T_{H}17$) المُتَسَلِّلة. وتقدِّم ورقة بحثية أخرى لنير يوسف وزملائه نظرة شاملة لشبكات الجينات المنظِّمة لتمايز خلايا ($T_{H}17$) التائية.

Induction of pathogenic $T_{H}17$ cells by inducible salt-sensing kinase SGK1
C Wu *et al*
doi:10.1038/nature11984

Sodium chloride drives autoimmune disease by the induction of pathogenic $T_{H}17$ cells
M Kleinewietfeld *et al*
doi:10.1038/nature11868



علوم الأرض

نطاق زمني لتدوير مواد الوشاح الصخري

يُعتقد أن بعض قشور المحيط حُقِنَت إلى الوشاح الصخري عند مناطق الاندساس، لتعود إلى السطح؛ لتندلع عند براكين النقاط الساخنة، لكن النطاق الزمني لهذه العملية يصعب حصره. وكانت ريتا كابرال وزملاؤها قد أوردوا توقيعات نظير الكبريت المجزَّأ غير المعتمد على الكتلة في بازلت جزر المحيط من جزر كوك. ونظرًا إلى أن توقيعات نظائر الكبريت تلك يحتمل أنها تولدت حصريًّا عبر تفاعلات ضوئية كيميائية بالغلاف الجوي قبل أي وجود مؤثر للأكسجين بالغلاف الجوي، منذ حوالي 2.45 مليار سنة، يستنتج المؤلفون أن ملاحظاتهم تقدِّم قيدًا على طول الزمن الذي يمكن خلاله لتلك المادة القشرية أن تبقى مغروسة بالوشاح الصخري، وربما على النطاقات الزمنية للحمل الحراري للوشاح، من الاندساس إلى التقلب الموجي تحت النقاط الساخنة.

Anomalous sulphur isotopes in plume lavas reveal deep mantle storage of Archaean crust
R Cabral *et al*
doi:10.1038/nature12020

الشكل أعلاه | رسوم بيانية ضوئية دقيقة لضوء منعكس عن مُحتوى الكبريتيد. أ، مُحتَوى الكبريتيد MGA-B-47. أصبح الكبريتيد متجانسًا على منصة تسخين قبل التعريض للضوء والتحليل، فُقِد الكبريتيد المعدني الصهاري الأساسي أثناء تلك العملية. ب، مُحتَوى الكبريتيد MGA-B-25. لم يتجانَس الكبريتيد، واستضاف ثلاثة أطوار صهارية متواجدة معًا: كالكوپّيرايت أو كبريتيت النحاس (ccp)، وبنتلانْدايتْ أو كبريتيد الحديد والنيكل (pn)، وپرُّوتايت أو البِيْرايت المغناطيسي (po). تم فصل نوعي الكبريتيد الآخرين اللذان فُحصا بهذه الدراسة (لم يعرضا هنا) من عينة الصخرة MG1001. محتوى كبريتيد MG1001B-S17 يحتوي كالكوپيرايت وپرُّوتايت. مُحتوَى الكبريتيد MG1001B-S14—بدون انحراف D33S—يحتوي البِرّوتيت والپنتلانْدايتْ (كبريتيد الحديد والنيكل) والكالكوپيْرايت (كبريتيت النحاس) والپيْرايتِ (طور كبريتيد منخفض الحرارة مُتسِق مع أصل غير صهاري).

البيولوجيا البنيوية

بنية البروتين ناقل الفوسفات

بروتين البروتون/ الفوسفات الغشائي المتكامل الناقل من فصيلة الميسرات الرئيسة (MFS) هو مفتاح امتصاص الفوسفات غير العضوي في الفطريات والنباتات. وتُوْرِد هذه الدراسةُ البِنيةَ البلوريّة بالأشعة السينية لمُستورد الفوسفات عالي الانجذاب (PiPT)، بحالة محتبسة (مطبقة) مواجهة للداخل في وجود الفوسفات. وتفسّر البنيةُ آليةَ الانجذاب نحو الفوسفات، وخصوصية ذلك، وتربط قوة تحفيز البروتون بانتقال الفوسفات. ويوفر مستورد الفوسفور عالي الانجذاب (PiPT) نموذجًا مفيدًا للناقلين الرئيسين اللذين يرتبط اختلالهما الوظيفي في البشر بأمراض معينة، كالسرطان، والبول السكري، فضلًا عن تلك التي تتوسط استقلاب (أيض) الأدوية.

Crystal structure of a eukaryotic phosphate transporter
B Pedersen *et al*
doi:10.1038/nature12042

البيولوجيا الجزيئية

أيكوس ICOS يستقطب خَليّة تائيَّة مُساعِدة

يُعرف الجزيء المسمى أيكوس (ICOS) ـ المحفِّز المشارك المستحَث للخلية التائية ـ بأهميته لتشكيل مراكز جرثومية ـ وهي بِنَى أنسجة متخصصة في النظام الليمفاوي ـ تستضيف أجسامًا مضادة في طور النضوج. وتبين هذه الدراسة أن جزيء أيكوس يجنِّد خلايا ليمفيّة تائيّة إلى أنسجة جريبات (بصيلات)، حيث تنشأ مراكز جرثومية. ويحث تعبير لَجين ـ جزيء يلتحم بجزيء آخر (ليجاند) ـ أيكوس من قبل الخلايا البائيّة المارة عرضًا تمديد غلاف زائف وهجرة الخلايا التائية المساعدة ـ المعبرة لمركب CXCR5 ـ إلى جريبات الخلية البائية، حيث تعزِّز الخلايا البائية للتمايز إلى خلايا بلازما مفرِزة للأجسام المضادة وخلايا الذاكرة البائية. ويساعد هذا البحث في تفسير صعوبة تكوين أجسام مضادة لدى مرضى يفتقدون أيكوس (ICOS) ، ويقترح سبلاً جديدة لتصميم لقاح.

Follicular T-helper cell recruitment governed by bystander B cells and ICOS-driven motility
H Xu *et al*
doi:10.1038/nature12058

الحوسبة الكمية

بوابات إلى الحوسبة الكَمِّيّة

تُكتسَب الأطوار الهندسية (الشكلية) كلما تطوَّرَ النظام الكمي عبر مسار. وإذا احتوى النظام على مستويات طاقة منحلة، فهذه المستويات قد تأخذ شكل تحول هندسي بقيم مصفوفية تدعى ثلاثيات الأبعاد غير الآبلية (non-Abelian holonomies). واقتُرِحَ بأن ثلاثيات الأبعاد تلك يمكن استغلالها لتطويع حسابات كَمّ الضوضاء العائدة. وقام المؤلفون بعمليات كمية ثلاثية الأبعاد غير آبلية على ذرة اصطناعية مفردة، فائقة التوصيل، ثلاثية الأبعاد. وبالاشتراك مع بوابة ثنائية الكوبت غير بسيطة، ربما تجترح النتائج مسارًا نحو حوسبة كمية شاملة ثلاثية الأبعاد.

Experimental realization of non-Abelian non-adiabatic geometric gates

A Abdumalikov *et al*

doi:10.1038/nature12010

الكيمياء الجزيئية

طريق أرتيمسينين البديـل

إنّ العلاجات التوليفيّة التي أساسها مادة الأرتيميسينين هي الاختيار الأمثل لعلاج الملاريا المنجلية غير المعقدة، لكن المتاح من مادة الأرتيميسينين المشتقة نباتيًّا قد يكون أحيانًا غير موثوق فيه؛ مما يتسبب في نقص المعروض منها، وارتفاع أسعارها. وتصف هذه الدراسة عملية صناعية صالحة للتطبيق؛ لإنتاج مادة أرتيميسينين شبه تخليقية، يمكنها المساعدة في استقرار إمدادات هذه المادة. وتستخدم العملية خميرة الخباز المهندسة وراثيًّا؛ لإنتاج غلّة عالية من حمض الأرتيميسينيك، سَلَف مادة الأرتيميسينين. وطوَّر المؤلفون عملية كيميائية فعالة، وقابلة للتوسع والقياس؛ لتحويل حمض الأرتيميسينك إلى مادة الأرتيميسينين.

High-level semi-synthetic production of the potent antimalarial artemisinin

C Paddon *et al*

doi:10.1038/nature12051



غلاف عدد 2 مايو 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 2 مايو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

الوراثة الجزيئية

بروتين IDAX ينظم تعبير بروتين TET2

تعدل عائلة بروتينات TET حالة مثيلة الحمض النووي بأكسدة 5-ميثيل-سيتوزين إلى 5-هيدروكسي-ميثيل-سيتوزين (5hmC)، الذي يسمى أحياناً «القاعدة الخامسة» للحمض النووي) والوسائط الأخرى. ويحتوي TET1 وTET3 نطاق CXXC، لكن يتم ترميز نطاق السلف CXXC لبروتين TET2 بواسطـ جين متميز: *IDAX*، (أو*CXXC4*). وتوضح هذه الدراسة أن IDAX يقيد الحمض النووي غير المميثل، الغني بـ«CpG» عبر نطاق CXXC الخاص به، ويجنّد TET2. وظهر أن نطاقات CXXC المنفصلة والمقيدة لكل من TET2 و TET3 تعمل كمنظمات لتنشيط إنزيم كاسباز ونشاط TET الإنزيمي. ويقترح الباحثون أن تركز الدراسات المستقبلية على أهداف جينومية لكل من بروتين TET2 ، وجين *IDAX*، وبروتينات CXXC5 المتصلة بالأخير في التطور الطبيعي، وفي السرطان.

Modulation of TET2 expression and 5-methylcytosine oxidation by the CXXC domain protein IDAX

M Ko *et al*

doi:10.1038/nature12052

التصوير

انظر حولك.. كاميرات مستوحاة من الحشرات

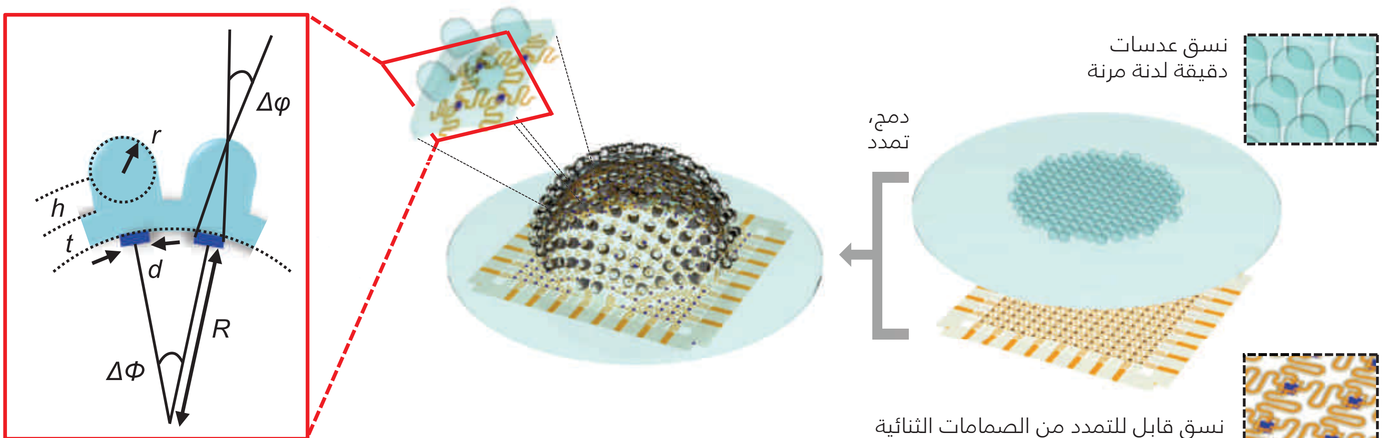
توفر أعين الحشرات والمفصليات الأخرى نماذج تأسر ألباب مصممي الكاميرات؛ كي يحاكوها. وهنا، يصف جون روجرز وزملاؤه تقنية جديدة لبناء كاميرا نصف كروية تأخذ عناصر تصميمها من أعين النمل الناري وخنافس اللحاء. والجهاز الجديد نصف كروي تقريبًا بشكل كامل، ويضم 180 عنصرًا من عناصر التصوير، كما يتيح مجالاً للرؤية من 160 درجة. وتجمع الكاميرا بين عناصر بصرية مركبة مرنة ومجموعات قابلة للتشوة من أغشية السيليكون الرقيقة الضوئية الكاشفة، وذلك في صفائح متكاملة يمكن صَبُّها في أشكال نصف كروية. وتتنوع التطبيقات المحتملة من كاميرات المراقبة المتطورة حتى المناظير المُصغّرة.

Digital cameras with designs inspired by the arthropod eye

Y Song *et al*

doi:10.1038/nature12083

الشكل أسفله | إيضاحات تخطيطة وصور مكونات ومخططات متكاملة لكاميرا رقمية تأخذ شكل عين نصف كروية مُركّبة. رسومات توضيحية لنسق من عدسات دقيقة لدنة مرنة ودعامات موصولة بغشاء قاعدي (أعلاه) ومجموعة متناظرة من صمامات السيليكون الضوئية الثنائية والصمامات الثنائية المانعة المترابطة بأسلاك لولبية خيطية ومُصممة لمعالجة المصفوفات (أدناه). على اليسار، تُعرض تلك المكونات في هندستها المستوية المركبة؛ حيث تقدم المُرفقات العلوية والسفلية مناظر مُكبَّرة لأربعة خلايا بنائية متجاورة (هي العيون الصناعية المركبة). ينتج عن ربط هذين العنصرين معا وتشويههما بمرونة (دمج وشد) إلى شكل نصف كروي عنصر التصوير الرقمي لكاميرا العين المركبة (في المركز). يظهر منظر موسَّع لأربعة خلايا بنائية متجاورة بمركز الصورة المرفقة، مع رسم إيضاح مقطعي (على اليمين) والذي يلقي الضوء على معاملات رئيسة مثل: زاوية القبول (DQ) لكل عين مركبة والزاوية الداخلية بين العيون المركبة (DW)، ونصف قطر الانحناء الكلي للجهاز بكامله (R) وللعدسة المستقلة الدقيقة (r)، وارتفاع الدعامات الاسطوانية (h)، وسمك الغشاء القاعدي (t)، وقطر المساحة الفعَّالة للصمام الثنائي الضوئي (d).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيزياء الكّم

نحو شبكات كَمِّيَّة صلبة

يُعد التشابك ـ حيث تصبح الأطوار الكمية لجسمين مترابطة ـ مصدرًا فريدًا للاتصال ومعالجة المعلومات الكمية. تقدم هذه الدراسة تشابكًا نذيرًا لكوبتات مغزلية لإلكترونين بالماس، تفصل بينهما مكانيًّا ثلاثة أمتار. سيكون مهمًّا دمج النتائج مع عمليات الاستهلال والقراءة والتشابك على حافظات الغزل النووي الموضعية طويلة العمر؛ لتطوير شبكات كمية بعيدة المدى تمتلك حافظات كمية صلبة.

Heralded entanglement between solid-state qubits separated by three metres

H. Bernien *et al*

doi:10.1038/nature12016

تحليل ومحاكاة النماذج

الشبكات العالمية مبرمَجة للانهيار

جميعنا يستفيد من الشبكات العالمية المعقدة، المترابطة داخليًّا، التي تيسر التبادل السريع للبشر والبضائع والأموال والمعلومات والأفكار، لكن ديرك هيلبنج يجادل بأن تلك الشبكات نفسها يمكنها أن تكون سببًا للخراب.. فنحن لا نستطيع السيطرة بسهولة على سلوكها، وهي معرّضة لمخاطر انهيار كارثي على كل المستويات، حتى في حالة عدم وجود صدمات خارجية. ويخلص هيلبنج إلى أن الطرق الحالية لتحليل المخاطر المصاحبة لمثل تلك السلوكيات الشبكية غير كافية، وأننا نحتاج إلى معلومات جديدة وتقنيات اتصال مصممة خصيصًا للتعامل مع التعقيد الذي أقمناه. وسيتطلب ذلك تعاونًا عالميًّا يتجاوز أي شيء حققناه حتى الآن.

Globally networked risks and how to respond

D Helbing *et al*

doi:10.1038/nature12047

علم الوراثة

بنية ريبوسوم 80S في ذبابة الفاكهة والإنسان

نُشرت عدة بِنَى لريبوسومات بكتيريا وخميرة في العقد الماضي، لكن كان علينا أن ننتظر تلك الريبوسومات التَّوَالِيّة metazoan الأكبر كثيرًا، والأكثر تعقيدًا. ومؤخرًا، استخدم رولاند بيكمان وزملاؤه مجهرًا إلكترونيًّا يعمل بالتبريد؛ لتصوير بِنَى ريبوسوم 80S لكل من ذبابة الفاكهة، والبشر. ويبدو أن زيادة التعقيد تؤدي إلى طبقات إضافية للبنية. وسوف تدفع هذه البِنَى نحو تجارب لفهم الأهمية الوظيفية والتطورية لهذه الإضافات.

Structures of the human and *Drosophila* 80S ribosome

A Anger *et al*

doi:10.1038/nature12104
doi:10.1038/nature12133

فيزياء الكّم

تشغيل .. ضبْط.. قراءة

إنّ المركزية لمعظم المخططات المقترحة لتقنيات معلومات الحالة الصلبة الكمية هي القدرة على كشف حالة الحركة الغزلية لإلكترون مفرد. وقد تم توضيح المخططات الكهربية والبصرية، لكن حتى الآن لم تتحقق الدقة البالغة المطلوبة لتطبيقات المعلومات الكمية. وبدورهم، طوَّر شونمِنج ين وزملاؤه مخططًا هجينًا واعدًا؛ للتغلب على عقبات الكفاءة المبكرة. ويستخدمون تحديدًا استثارة بصرية ذات عزم عال لتناول غزل مفرد وتغيير حالة شحنته، ومن ثم يتم الكشف عن ذلك التغيير بكفاءة بالقراءة الكهربية.

Optical addressing of an individual erbium ion in silicon

C Yin *et al*

doi:10.1038/nature12081

علم الأعصاب

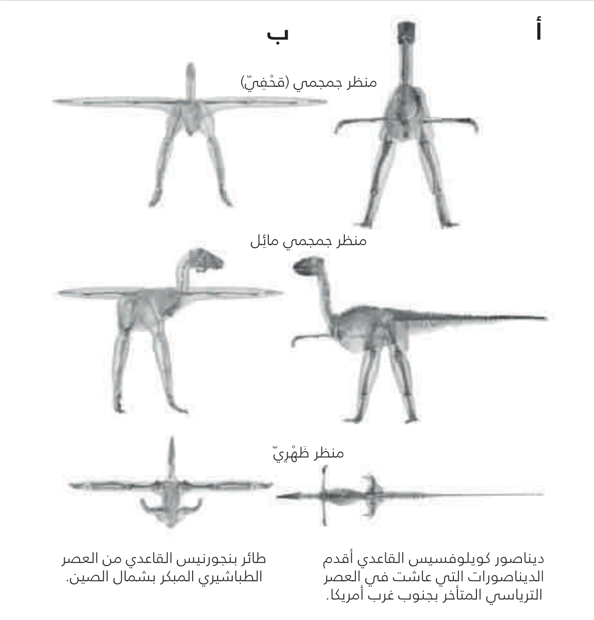
مدخلات الشمّ المباشرة وغير المباشرة

تستثير بعض الروائح استجابات سلوكية فطرية ثابتة، أساسها الدوائر العصبية النمطية ـ أو«الخطوط الموسومة» ـ التي تشكل روابط مباشِرة للطبقات العميقة بالدماغ. وقد أُشير إلى أن الدوائر الأقل نمطية تسمح لروائح أخرى باكتساب «تكافؤ» سلوكي، استنادًا إلى خبرة فردية، لكن إظهار مثل هذه العشوائية أكثر صعوبة من إظهارالبنية. ومؤخرًا، استخدم ريتشارد أكسل وزملاؤه تتبعًا متطورًا للاتصالات العصبية في ذبابة الفاكهة؛ لإظهار أن إسقاطات نظام حاسة الشم الطرفي إلى مركز الذاكرة الترابطي في أجسام فطرية هي عشوائية عمومًا، إذ قد تسمح للحيوان بتأطير خبرات حسية جديدة.

Random convergence of olfactory inputs in the *Drosophila* mushroom body

S Caron *et al*

doi:10.1038/nature12063



الإحاثة

استعداد للانطلاق، والهبوط

عمليات التركيب الرقمي ثلاثي الأبعاد للطيور وأنواع الديناصورالأكثر ارتباطًا اضطراديًّا مكَّنَتْ جون هَتشينسُن وزملاءه من تحديد كيف ومتى تحولَ نظام جسد «ديناصوري» إلى نظام جسد «طير» نموذجي. وقد تبنت الطيور هيئة فريدة لجثوم القرفصاء على القوائم الخلفية. وتشير عملية التركيب لسبعة عشر نوعًا من الأركوصورات (الديناصورات المُسْتَقِيمة) ـ ومن ضمنها هياكل عظمية كاملة، وأجسام طيور أحفورية صينية، كفِيلوسِرَپتور، وأرْكايوپتَرِكس ـ لاكتساب متدرج لهيئة أكثر قرفصائية للأطراف عبر معظم تطور ذوات الأقدام، مع تغيُّر أكثر سرعة في المانيراپتورَس (طيور حقيقية، وأقاربها الدينونيكوصورات). وتشير التغيرات الهيكلية إلى أن تعديلات الأطراف الصدرية كانت مهمة في نقل الاتزان الميكانيكي للجسم، ومن ثَمّ التحول في سلوكين أساسيين لدى الطيور، هما حركة الأطراف الثنائية، والطيران.

Linking the evolution of body shape and locomotor biomechanics in bird-line archosaurs

V Allen *et al*

doi:10.1038/nature12059

الشكل أعلاه | أحجام الأجسام التي أعيد تركيبها. استنادًا للهياكل العظمية الرقمية الأحفورية وبيانات المسح التصويرى المقطعي المحوسبة من الأقارب الحديثة، للديناصور القاعدي (**أ**) ولطائر قاعدي (**ب**)؛ في مناظر جمجمية (أعلاه)، جمجمية مائلة (في الوسط) وظهرية (أسفل). تمثل التغيرات الكبرى في نسب الجسم التي تطورت على خط الطيور. وتظهر أرقام العينة تحت الأسماء التصنيفية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا الجزيئية

رؤيتان لبروتينات أريستين النشطة

بروتينات «أريستين» هي مُنظِّمات سلبية لوظيفة مستقبل بروتين G–المقترن (GPCR)، كما تعمل كبروتينات تأشير مستقلة عن بروتين G–. وقبل تشكيل مركب عالي الألْفَة، ينبغي تنشيط بروتين «أريستين». وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بمجلة «نيتشر» قد ركّزتا على طبيعة التفاعل بين مستقبل بروتين G–المقترن وبروتين «أريستين» المُنَشَّط على المستوى الذري. يحاكي يونج جو كيم وزملاؤه خطوة التنشيط الأولى باقتطاع الطرف C–من بروتين «أريستين»؛ لإنتاج متغاير وصلة تحدث طبيعيًّا، وتسمى p44، وحدّدوا بنيتها البلورية. وقد أتاحت هذه البنية تبصرًا في دور بروتينات أريستين المشذبة (المبتورة) التي تحدث طبيعيًّا في النظام البصري. وعرض أرون شوكلا وزملاؤه بنية β –أريستن–1غير المرئي في مركب مع شظية الجسم المضاد Fab30 وبيتايد طرف كربوكسيل الحمض الأميني–29 الذي تمت فسفرته كاملاً، المشتق من مستقبل بروتين G–المقترن، ومستقبلات النوع الثاني من فاسوبريسين الأرجينين. وتكشف الدراستان معًا عن تغيرات تكوينية لافتة للنظر، مرتبطة بتنشيط بروتين أريستين.

Structure of active β-arrestin-1 bound to a G-protein-coupled receptor phosphopeptide

A Shukla *et al*

doi:10.1038/nature12120

Crystal structure of pre-activated arrestin p44

Y Kim *et al*

doi:10.1038/nature12133

الوراثة الجزيئية

آلية بديلة لتوجُّه الصبغي ثنائيًّا

للفصل بين الصبغيّات (الكروموزومات) وانقسام الخلايا اللاحق للمُضِيّ قُدُمًا بدقة، ينبغي تموضع الكروموزومات بإحكام على أنابيب المغزل المجهرية ـ عبرروابط مستقرة ثنائية التكافؤ ـ إلى الحيز الحركي. وتقول وجهة نظر شائعة إن هذه العملية ـ التي تسمى التَّوَجُّه الثنائي ـ مضمونة، لأن مرفقات أنبيب الحيز الحيوي تبدي توترًا عبر السنترومير، فيتم استقرارها، بينما الفاقدة للتوتر تتقلقل استقرارها بواسطة إنزيم «كيناز أورورا B». وهنا يقدم كريستوفر كامبل، وأرشد ديساي معطيات تدعم النموذج البديل، حيث تكون أورورا B النشطة ـ التي تنتجها التجميعات clustering ـ كافية لضمان التوجه الثنائي من خلال آلية جوهرية بالنسبة إلى الحيز الحركي.

Tension sensing by Aurora B kinase is independent of survivin-based centromere localization

C Campbell *et al*

doi:10.1038/nature12057

الوراثة/ الجينوم

تقدير متغايرات الخميرة النسخيّة كَمِّيًّا

تعبير جينومات حقيقيات النواة مسألة معقدة، وبعيدة جدًّا عن الصورة القديمة لسلسلة متميزة من جينات مرمزة للبروتين، ومفصولة بمناطق أقل أهمية من الحمض النووي. وقد استخدم لارس ستاينمتز وزملاؤه تقنية TIF-seq الجديدة لإثبات أن جينوم الخميرة المحتوِي على حوالي 6000 جين مرمز للبروتين ينتج أكثر من 1.88 مليون نسخة فريدة من أشكال نسخة متماثلة (TIFs)، وتعرّف بأنها تركيبات فريدة من نوعها من البادئة (5´) والنهاية (3´) من تتابعات الحمض النووي الريبي. ويوضح هذا العمل أن تعقيد تداخل الأشكال النسخة المتماثلة كان يُقدّر سابقاً بأقل من حقيقته.

Extensive transcriptional heterogeneity revealed by isoform profiling

V Pelechano *et al*

doi:10.1038/nature12121

السرطان

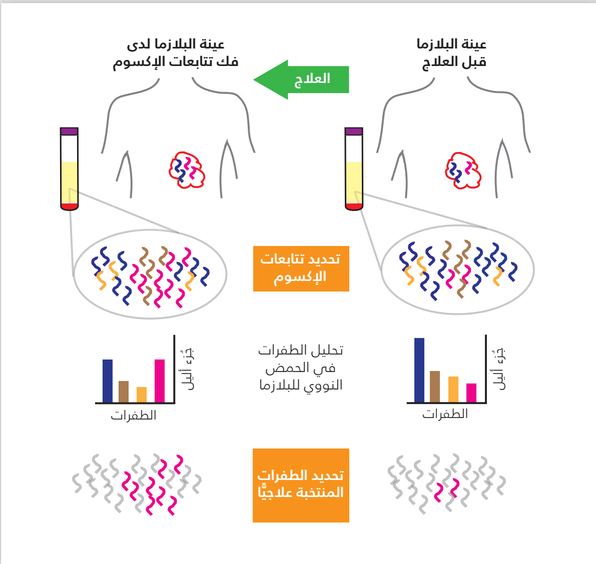
إعادة تصنيف سرطانات الرحم

يعرض هذا البحث ـ من شبكة بحوث أطلس جينوم السرطان ـ تحليلًا معمقًا على نطاق كامل الجينوم لبطانة سرطان الرحم من أكثر من 350 مريضة. وبناءعلى سلسلة سمات جينومية تضم طفرات النقطة الساخنة التي تم تشخيصها حديثًا في جين إنزيم بوليميريز الحمض النووي POLE، والطفرات الجديدة في بروتين ARID5B المقيد للحمض النووي. ويقترح المؤلفون إعادة تصنيف أورام بطانة الرحم إلى أربعة أنواع متميزة. وقد يكون لهذا ملاءمة إكلينيكية للعلاج المساعد بعد الجراحة للنساء اللاتي يعانين أورامًا عنيدة.

Integrated genomic characterization of endometrial carcinoma

G Getz *et al*

doi:10.1038/nature12113



السرطان

فحص البلازما؛ لتتبُّع تطوُّر الورم

تبين هذه الدراسة أنه بواسطة فك تتابعات إكسومات السرطان من عينات بلازما المريض، يمكن تتبُّع تطوُّر جينوم السرطان النقيلي، واكتساب المقاومة استجابةً للعلاج.. ففي ستة مرضى بسرطانات ثدي، ورئة، ومبيض متقدِّمة، استُمِدَّت التتابعات من عيِّنتين إلى خمس عينات بلازما مأخوذة خلال دورات متعددة من العلاج. وتم تحديد طفرات مرتبطة بظهور مقاومة لأدوية تتضمن سيسبلاتين، وتاموكسيفين، وجيفيتينيب.

Non-invasive analysis of acquired resistance to cancer therapy by sequencing of plasma DNA

M Murtaza *et al*

doi:10.1038/nature12065

الشكل أعلاه | تحديد التغيرات الطفرية المرتبطة بالعلاج من تتابعات إكسوم عينات البلازما المُتَسَلْسِلة. نظرة عامة على تصميم الدراسة: جمعت البلازما قبل العلاج وفي نقاط زمنية متعددة أثناء العلاج والمتابعة لمرضى السرطان المتقدم. تم فك تتابعات الإكسوم للحمض النووي الجائِل (cirDNA) من البلازما في نقاط زمنية مختارة، تفصل بينها فترات العلاج، وللحمض النووي للخط الجرثومي. تم تحديد الطفرات بجميع عينات البلازما، ووفرتها (جُزء أليل) عند نقاط زمنية مختلفة ومقارنتها، وتوليد قوائم طفرات أظهرت زيادة كبيرة في الوفرة، مما قد تشير إلى ضغوط اختيارية كامنة مرتبطة بعلاجات محددة. احتوت القوائم طفرات معروفة بتعزيز نمو الورم ومقاومة العقاقير، لكن أيضا بها طفرات غير معروفة الأهمية. تراكم هذه البيانات لأفواج كبيرة قد يحدد جينات أو مسارات الطفرات المعاودة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



بيولوجيا النبات

ناقلات الأغشية النباتية المحسَّنة

بروتينات النقل المدمجة في أغشية الخلايا هي أهداف رئيسة لتحسين كفاءة تناول النباتات للمياه والمغذيات واستخدامها. وفي هذه المقالة، ناقش جوليان شرويدر وآخرون عملاً بحثيًّا مستجدًّاحول تطوير ناقلات الأغشية النباتية المتخصصة التي يمكنها تحسين إنتاجية المحاصيل، وزيادة القيمة الغذائية، وتعزيزمقاومة عوامل الإمراض. وتشمل خطوط التطوير الواعدة تنمية الغلال (الحبوب) المُتَحَمِّلَة للألومنيوم التي تزدهر في التربة الحمضية، والأصناف المُتَحَمِّلَة للملوحة التي تنمو في تربة متأثرة بالملوحة أو سمية الصوديوم، والنباتات التي تحوي مستويات عالية من مغذيات الحديد والزنك المجهرية، وهي غالبًا شحيحة في مجمل النظم الغذائية المعتمدة على النباتات في البلدان النامية.

Using membrane transporters to improve crops for sustainable food production

J Schroeder *et al*

doi:10.1038/nature11909

الشكل أعلاه | هندسة النباتات وراثيًّا لتعزيز تحمل الألومنيوم ($Al3+$). تظهر الصورة شتلات الشعير النامية على تربة حمضية تحتوي تركيزات عالية من الألومنيوم $Al3+$ السام. تم هندسة إحدى الشتلات وراثيا بجين ناقل لتحمل ألمونيوم ($Al3+$) من القمح (TaALMT1)، بينما الشتلات الأخرى هي خط أَبَوِيّ غير معدل وراثيًا (النوع البري، WT).

علم الأعصاب

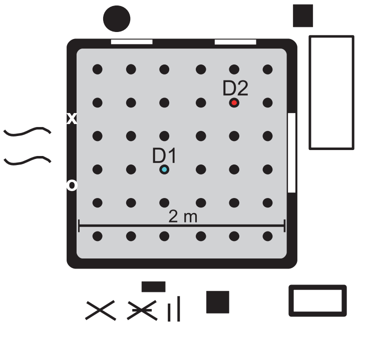
خلايا المَكان توفِّر مُكوِّن ذاكرة الإنسان

تؤدي منطقة قرن آمون بالدماغ دورًا مهمًّا في توفير مكوِّن ذاكرة الإنسان الملاحية. وكان معلومًا لبعض الوقت أنه بعد اكتمال حركة، يمكن لتتابعات خلايا قرن آمون المكانية المضغوطة أن «تعيد» مسار الملاحة السابق وترمزه في الذاكرة. وكان قد اقتُرح أن تتابعات مماثلة قد تُطلَق (استنتاجاتها) قبل اتخاذ أي خيار للملاحة (التنقل) خلال عملية تخطيط ملاحي. وهنا، يكشف براد فايفر، وديفيد فوستر أنه قبل اتخاذ القرارات الملاحية، تنشط تتابعات خلية المكان التي تمثل المسارات المكانية لدى الفئران؛ للاختيار وللتنقل بين عدد كبير من مواقع الطعام الممكنة بمنطقة مفتوحة. وتتنبأ تتابعات إطلاق (الاستنتاجات) الملحوظة بالسلوك المستقبلي، ويبدو أنها تدعم آليات الاختيارات الملاحية باتجاه الهدف.

Hippocampal place-cell sequences depict future paths to remembered goals

B Pfeiffer *et al*

doi:10.1038/nature12112



الشكل أعلاه | السلوك في مهمة ذاكرة مكانية مفتوحة المجال. مخطط للساحة والغرفة، آبار الإثابة (دوائر)، وموقع المنزل لليومين: 1،2 (D1، اليوم الأول أزرق سماوي؛ D2 اليوم الثاني أحمر).

الكيمياء الحيوية

توليف حيوي بكتيري جديد للميثان

تنتج الكائنات البحرية الهوائية كميات معتَبَرَة من غاز ميثان الاحتباس الحراري، والكثير منه عبر انفلاق روابط الفوسفور والكربون (غير المتفاعل) مع ألكيل الفوسفات. ويستكشف مؤلفو هذه الدراسة آلية PhnJ، وهو يُظْهِر استخدام الشِّق الاستثنائي لإنزيم (S-adenosyl 1-L-methionine "SAM") للسيستيِّن القائم على شق الـ(thiyl) الذي يساعد على تحفيز تحوُّل ركيزة ألكيل الفوسفونيت إلى ميثان وريبوز2،1- – فوسفات 5-حلقي - فوسفات. وهذا التفاعل ـ الذي لم يُصادَف من قَبْل في الكيمياء الحيوية ـ يؤسس آلية جديدة لانفلاق روابط الفوسفور والكربون؛ لتكوين الميثان والفوسفات عبر متكافئ إسهاميّ وسيط من الثايوفوسفات.

The catalytic mechanism for aerobic formation of methane by bacteria

S Kamat *et al*

doi:10.1038/nature12061

الغلاف الجوي

مستويات أكسجين الغلاف الجـوِّي

إنّ حالات نظير الكبريت الشاذة غير المعتمد على الكتلة (NMD) ـ التي حفظت سجل الصخور المبكرة ـ تعتبر سجلًّا لحظيًّا لكيمياء غلاف الأرض الجوي، خاصة حالة الأكسدة والاختزال الخاصة به. ويُعتقَد أن اختفاء تلك الحالات الشاذة منذ 2.32 مليار سنة يشير إلى استمرار انخفاض مستويات الأكسجين (دون مستوى 10^{-5}، مضروبًا في المستوى الحالي للغلاف الجوي)، التي سادت خلال المليار سنة الأولى من تاريخ الأرض. وتتحدى تلك الدراسة بالنماذج افتراضات رئيسة بإظهار أن الإشارات غير المعتمدة على الكتلة كان يمكن أن تدوم في الرواسب بواسطة إعادة تدوير القشرة الأرضية لفترة تتراوح بين عشرات ومئات ملايين السنين بعد ارتفاع مستوى الأكسجين، وتوقُّف توليد الإشارة غير المعتمدة على الكتلة بالغلاف الجوي.

Long-term sedimentary recycling of rare sulphur isotope anomalies

C Reinhard *et al*

doi:10.1038/nature12021



غلاف عدد 9 مايو 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 9 مايو من دَوْرِيَّة "نيتشر" الدولية.

الفيزياء الفلكية

سُحب هيدروجين بين مَجَرَّتين في مجموعة

حددت ملاحظات الراديو الإشعاعية السابقة غاز هيدروجين متعادل يقع بين مجرات المجموعة المحلية أندروميدا (M31) وتريانجُلوم (M33). وتقدم بيانات جديدة ـ باستبانة أعلى ـ منظورًا أكثر تفصيلًا لهذا الغاز، نصفها تقريبًا موجود كسحب، والبقية مُوزَّعة كمُكوِّن ممتد منتشر. ويرى المؤلفون أن تلك السحب تكونت كتَكَثُّفات انتقالية من الغاز، تم تضمينها في الخيوط بين المَجَرِّية، وبالتالي فهي مصدر وقود محتمل لتكوين نجوم مستقبلية في المجرتين أندروميدا (M31)، وتريانجُلوم (M33).

Discrete clouds of neutral gas between the galaxies M31 and M33

S Wolfe *et al*

doi:10.1038/nature12082

الفيزياء الذرية

أنويـة ذَرِّيَّـة كمثريّـة الشـكل

النواة الذرية نظام كَمِّي متعدد الجسيمات، يتحدد شكله من خلال عدد النُّويَّات (nucleons) التي يحتويها والتفاعلات بينها. ومعظم الآلاف المعروفة من الأنوية الذرية المستقرة والمشعة كرويةُ الشكل، أو لها شكل كرة الرجبي بأعداد مختلفة من البروتونات والنيوترونات. وهناك أدلة ظرفية على أن بعض النويدات الثقيلة غير المستقرة (nuclides) تُشَوَّه وتتحوَّل إلى شكل كمثري عبر

ظاهرة التشوه ثُماني الأقطاب. ويمكن تعجيل عينات من تلك الأنواع الذرية النادرة إلى 8% من سرعة الضوء بمنشأة ريكس آيزولدي (REX-ISOLDE) بسيرن. وقد أظهرت مؤخرًا تجارب استثارة كولوم على أشعة نظائر الراديوم-224 والرادون-220 قصيرة العمر تشوهًا واضحًا ثُماني الأقطاب بأولهما (الراديوم-224). وتتيح النتائج التمييز بين النماذج النظرية المتنوعة للأنوية ثمانية الأقطاب المتشوهة، والتي لها أهمية تتصل بمساعي فيزياء ما وراء النموذج القياسي.

Studies of pear-shaped nuclei using accelerated radioactive beams

L Gaffney *et al*

doi:10.1038/nature12073

علم الأعصاب

سيطرة تحت المهاد على الشيخوخة

ترتبط الشيخوخة ارتباطًا وثيقًا بكل من التغذية والالتهابات. ويمكن لبعض العصبونات توسيط التأثيرات البيئية على الشيخوخة في «الدودة الربداء الرشيقة» و«ذبابة الفاكهة». وتركز هذه الدراسة على ما «تحت المهاد»، وهي منطقة الدماغ المهمة لتفاعل الغدد الصماء العصبية بين الجهاز العصبي المركزي والأطراف. وقد أظهر جيوچانج وزملاؤه أن تفعيل (IKKβ/NF-κB) بمنطقة تحت المهاد لدى الفئران يسرع عملية الشيخوخة ويقصر العمر، وأنّ تثبيط (IKKβ/NF-κB) ـ وهو وسيط الالتهاب الأيضي ـ يؤخر الشيخوخة ويطيل العمر. ويؤدى تنشيط (NF-κB) إلى تراجع مستويات الهُرْمُون المُطلِق لمُوَجِّهَة الغُدَدِ التَّناسُلِيَّة (هرمون GnRH)، ويقمع تكوين العصبونات. هذا.. والعلاج بهرمون GnRH يعدل تكوين العصبونات المعطل بالشيخوخة ويبطئ الشيخوخة. وتشير هذه النتائج إلى أن التثبيط بوساطة (NF-κB) لهرمون (GnRH) قد يغلق التكاثر ويضمن جودة الأنواع، لكنه يطلق شيخوخة منهجية (منظمة) في الوقت نفسه.

Hypothalamic programming of systemic ageing involving IKK-β,NF-κBandGnRH

G Zhang *et al*

doi:10.1038/nature12143

الفيزياء

حقيقة التشابك الفوتوني

تُستخدم تجارب بيل ـ حسبما يُطلق عليها ـ للتمييز بين النماذج الكلاسيكية «الواقعية المحلية»، والنماذج الكمية الخاصة بظواهر قابلة للقياس. وعند الممارسة، تكون النماذج عرضة لمختلف الثغرات (الناشئة عن ظروف تجريبية غير مثالية)، مما يجعل النتائج غير حاسمة. ويستخدم المؤلفون مصدرًا عالي الكفاءة من أزواج الفوتون وحساسات حافة الانتقال فائقة التوصيل في تجربة بيل للتباين، التي تغلق ثغرة «الأخذ العادل» للعينات. وتتعارض النتائج مع الواقعية المحلية، بينما تجعل الفوتون النظام الفيزيائي الأول، بحيث تغلق كل الثغرات الأساسية، وإنْ كان ذلك في تجارب مغايرة.

Bell violation using entangled photons without the fair-sampling assumption

M Giustina *et al*

doi:10.1038/nature12012

فيزياء المواد

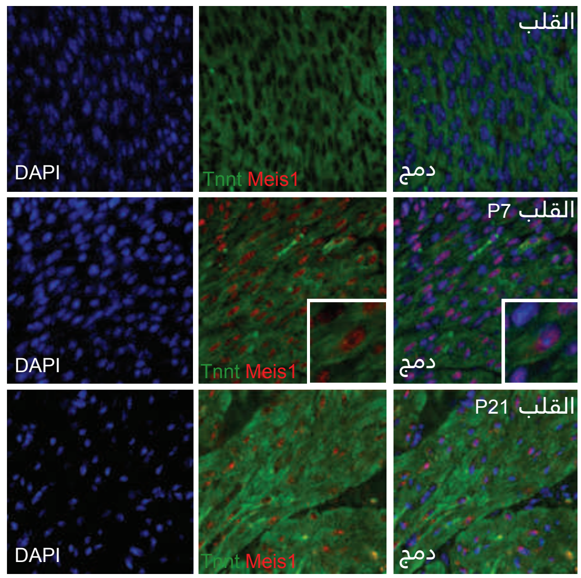
السكيرميونز وانهيار سلوك سائل فيرمي

تُعد نظرية سائل فيرمي إحدى أكثر النظريات نجاحًا في فيزياء المواد المُكثَّفة، حيث تفسر سلوك إلكترونات التوصيل، ونطاقًا واسعًا من الظواهر، وتشمل التوصيل الفائق والمغناطيسية الحديدية. وتحظى الحالات التي تنهار فيها نظرية سائل فيرمي باهتمام أساسي. وكان السؤال المحير هو: كيف ينتج سلوك لا ينتمي إلى سائل فيرمي عن فئة من الظواهر المنظمة واسعة الانتشار حاليًا، وهي تكوينات غزل محفوظ طوبولوجيا. وقد درس المؤلفون القوام الغزلي الطوبولوجي المُسمَّى سكيرميونز (skyrmions) في سيلسايد المنجنيز (MnSi) باستخدام قياسات نقل إلكترونية تحت ضغط متزايد. ووجدوا أن السكيرميونز مستقر للغاية، مما يقود إلى انهيار سلوك سائل فيرمي.

Formation of a topological non-Fermi liquid in MnSi

R Ritz *et al*

doi:10.1038/nature12023



علم الخلية

خلايا القلب التي تحافظ على النمو

لا يمكن تجديد قلوب الثدييات البالغة بعد الإصابة، ولكن يمكن لقلوب الفئران حديثي الولادة التجدُّد من خلال تكاثر الخلية العضلية القلبية، حتى بعد الولادة بسبعة أيام، عندما تغادر الخلايا دورة الخَلية. ومؤخرًا، قدَّم هشام صادق وزملاؤه تبصرًا بآليات هذا التحول. وأظهروا أن عامل النسخ Meis1 ينظم دورة الخلية العضلية القلبية، وأنّ حذف جين Meis1 في الخلية العضلية القلبية يمدّ نافذة التكاثر فيما بعد الولادة لأكثر من سبعة أيام. وعلى العكس، يمنع فرط التعبير عن جين Meis1 تجديد قلوب الفئران حديثي الولادة. وتُظهِر هذه النتائج أن نافذة تجدُّد القلب فيما بعد الولادة المبكرة قد تحمل مفتاحًا لإمكانات تجدُّد قلوب الثدييات البالغة، وأن جين Meis1 هو الهدف العلاجي المحتمل.

Meis1 regulates postnatal cardiomyocyte cell cycle arrest

A Mahmoud *et al*

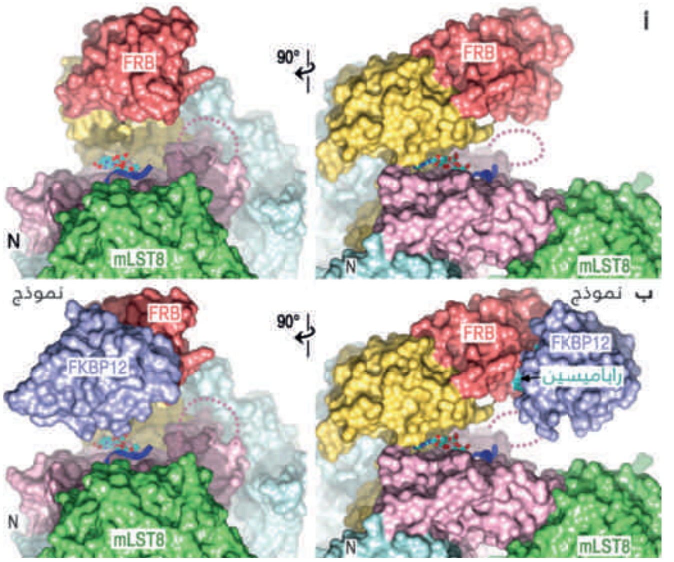
doi:10.1038/nature12054

الشكل أعلاه | الشاكِلة التعبيرية لجين Meis1 في القلب. الصِّيغَة أو الشاكِلَة التّعْبيرية لجين Meis1 في الخلايا العَضَلِيَّة القلبية. الصف العلوي، تعبير جين Meis1 غائب في P1. الصفان الأوسط والسفلي، التَّمَوْضُع النووي في الخلايا العَضَلِيَّة القلبية في P7 وP21، على التوالي.

البيولوجيا البنيوية

إنزيم المستهدف من راباميسينكيناز

مسار إنزيم الثدييات المستهدف براباميسين (mTOR) هو منظم مركزي لنمو الخلايا استجابة لإشارات بيئية ـ كالطاقة، والمواد الغذائية، وعوامل النمو ـ ويُساء تنظيمه في السرطان وأمراض الأيض. وهنا يتم عرض البِنَى الكريستالية الأولى من إنزيم كيناز الثدييات المستهدف من راباميسين. وتتضمن البنى الكريستالية (بقياس 3.2 أنجستروم Å) للإنزيم إلى منظم إيجابي، وإلى جزيء صغير من مثبطات أدينوزين ثلاثي الفوسفات التنافسية، وتكشف عن



إنزيم كيناز نشط في حَدّ ذاتِه، وتشرح كيف أن مركب رابامايسين-FKBP12 يعترض توظيف الركائز إلى مجال الكيناز.

mTOR kinase structure, mechanism and regulation
H Yang *et al*
doi:10.1038/nature12122

الشكل أعلاه | الموقع النشط لإنزيم كيناز في تجويف بالجزء السفلي من شق عميق. أ، تمثيل سطحي لبنية $mTOR^{\Delta N}$–mLST8–ADP-MgF_3-Mg_2 في منظرين متعامدين. تشير الشرائط الزرقاء الداكنة إلى ببتايد الركيزة الأَبْتَر «الرأسي». ب، التمثيل السطحي لنموذج $mTOR^{\Delta N}$–mLST8–rapamycin–FKBP12. الرابامايسين (لون سماوي) وFKBP12 (لون أزرق) معنونان.

الخلايا الجذعية

تمايُز الخلايا الجذعية، المُوَجَّه بالسيتوكين

يمكن للسيتوكينات محدّدة النسب ـ مثل عامل تحفيز مستعمرة البلاعم (M-CSF)، التي تُطلق خلال العدوى والالتهابات ـ زيادة إنتاج خلايا ناضجة من الأسلاف الملتزمة بالنسب بشكل فعال، لكن يبقى تأثيرها على قرارات تمايز الخلايا الجذعية المنتجة للدم مباشرة موضوعًا للنقاش. ومؤخرًا، أفاد مايكل سيويك وزملاؤه أن عامل تحفيز مستعمرة البلاعم يوجِّه مصير النسب النقوي (المايلودي) بتحفيز PU.1 مباشرة، ويُعرف كمنظم رئيس للسُّلَالة النقوية. وبهذه الآلية، قد توجه السيتوكينات ـ التي تُطلَق أثناء الإجهاد ـ تمايز الخلايا الجذعية نحو خلايا مفصلة تفصيلًا؛ للتكيف مع هذا الإجهاد المحدد. ويمكن أن يتيح هذا أيضًا فرصًا للتلاعب بمصير الخلايا الجذعية تحت ظروف مرضية، أو ظروف الزرع.

M-CSF instructs myeloid lineage fate in single haematopoietic stem cells
N Mossadegh-Keller *et al*
doi:10.1038/nature12026

البيولوجيا الجزيئية

النوكلياز الخارجي في متلازمة بيرلمان

تم ربط تتابُع تأشير Lin28-LET-7 بوظيفة الخلية والسرطانات ومختلف جوانب الأيض الخلوي. ويوظّف عامل تعدد القدرات (Lin28) إنزيمات 3´ يُريديليل ترانسفيراز الطرفية التي تضيف ذيل أوليجوريدين إلى سلف الحمض النووي الريبي (let-7). وهنا، أظهر ريتشارد جريجوري وزملاؤه أن Dis312 ـ وهو بروتين تحور في متلازمة بيرلمان لفرط نمو الجنين والاستعداد للإصابة بورم ويلمز ـ هو نوكلياز خارجي يتوسط انحلال (pre-let-7)، المضاف إليه اليوريديل بخلايا الفأر الجذعية الجنينية. ويثير تحديد مسار الانحلال للأحماض النووية الريبية ـ المضاف إليها اليوريديل ـ احتمال أن هذا النوع من التنظيم بعد النسخ قد يحدث على نطاق أوسع.

A role for the Perlman syndrome exonuclease Dis3l2 in the Lin28–let-7 pathway
H Chang *et al*
doi:10.1038/nature12119

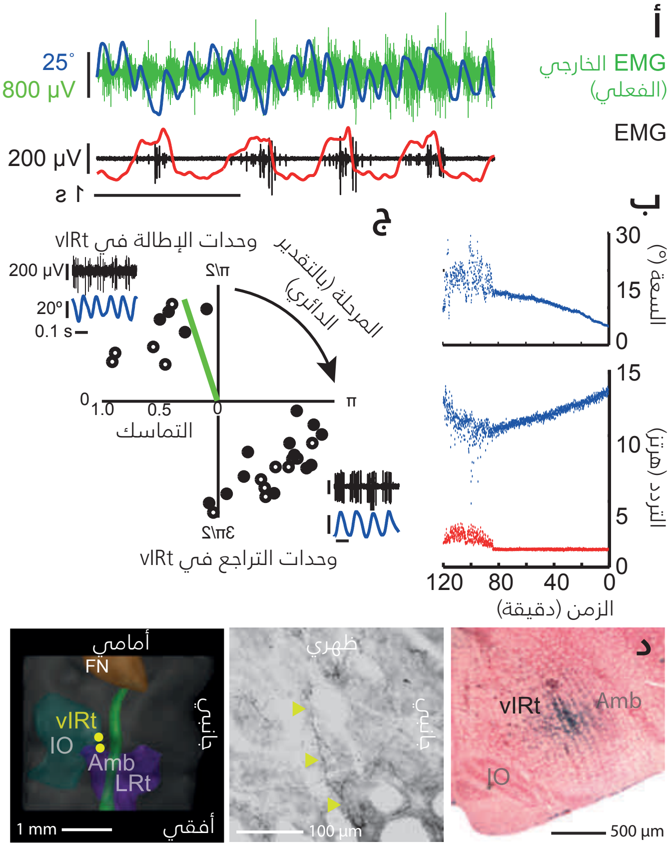
علم الأعصاب

ساعة رئيسة للتحكم في الفم والوجه

تستكشف القوارض بيئتها من خلال الاستنشاق بشكل إيقاعي، وتكنيس شواربها. ويُعتبر تنسيق هذه السلوكيات أمر محوري لفعاليتها. وتلقي هذه الدراسة الضوء على النظم العصبية المنخرطة. وقد حدد ديفيد كلاينفلد وزملاؤه منطقةً بالنخاع البطني الذي يدفع الخفقان الإيقاعي، ووجدوا أن التحكم في عصبونات هذه المنطقة يتم بواسطة مدخلات من أنوية تتوسط أنماط التنفس. وقد تكون مولدات أنماط التنفس بمثابة الساعة الرئيسة، ليس فقط للخفقان، ولكن لغيرها من السلوكيات المنسقة تنفسيًّا كذلك.

Hierarchy of orofacial rhythms revealed through whisking and breathing
J Moore *et al*
doi:10.1038/nature12076

الشكل أسفله | حقن حمض كاينك في تشكيل شبكي نخاعي بالدماغ يحث الخفقان. أ، حركة الشَّعْرَة الأَنْفِيَّة، التنفس الخارِجي (العرضي) والداخلي (الحقيقي)= . **ب**، المسار الزمني للخفقان المستحث بحمض الكاينك. سعة الذروة إلى الذروة اللحظية (أعلى) والتردد (أسفل) لحركة الشعرة الأنفية (أزرق) وتكرار التنفس (الأحمر). يبدأ الحيوان في الاستيقاظ بعد 100 دقيقة. **ج**، المخططات القطبية للتماسك بين النشاط المتصاعد وحركة الشعرة الأنفية عند ذروة تردد الخفقان (متوسط 8.8 هيرتز)؛ يتم عرض الوحدات الدالة إحصائيًّا للتماسك فقط (32 من 33 وحدة، $P < 0.01$). تمثل الدوائر المفتوحة نشاط الوحدات المتعددة وتمثل الدوائر المغلقة وحدة واحدة. يمثل الشريط الأخضر نشاط التماسك = للعضلة الداخلية (لوحة ب) مع حركة الشعيرات الأنفية. (إدراج) النشاط المتصاعد لوحدات العصبونات في vIRt (الأسود) فيما يتعلق بحركة الشعرة الأنفية (أزرق). **د**، أحد المواقع التي ناظرت الوحدات في اللوحة ج، معنونة بواسطة حقن إرْحَالٌ أيوني (أيونتوفوريتيك) من البَيُوتين العصبي (نيوروبيوتين) من خلال قطب التسجيل. د، محاور عصبية (رؤوس أسهم صفراء) ومحطات في التقسيم البطني الجانبي لنواة الوجه المعنونة هكذا بسبب حقن البَيُوتين العصبي (نيوروبيوتين) بموقع التسجيل باللوحة اليسرى. هـ، تركيب ثلاثي الأبعاد لمواقع التسجيل المعنونة للوحدات في اللوحة د.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأحياء المجهرية

بكتيريا مسبِّبة للأمراض تَكْمُن منخفضةً

تتعامل البكتيريا مع المواد الخارجية غير المرغوب فيها من البلازميدات والفاجات باستخدام سلسلة من الأحماض النووية الريبية الصغيرة لتحلل الحمض النووي الوارد. وكان قد أُشير إلى أن للنظام المنخرط ـ المسمى CRISPR-CAS ـ وظائف أخرى أيضًا، لكن أظهر ديفيد فايس وزملاؤه مؤخرًا أن بكتيريا الفرانْسِيسلا المُمْرِضة ـ القادرة على غزو خلايا عوائلها من الكائنات حقيقية النواة ـ تستخدم نظام CRISPR-CAS لقمع إنتاج أحد بروتيناتها الدهنية، وإلا فسيعتبرها نظام المناعة الفطرية للمضيف دخيلة. ومسبِّبات الأمراض الأخرى ـ بما فيها أنواع من النيسرية والعطيفة ـ لديها أيضًا أنظمة CRISPR-CAS النشطة التي قد تخدم وظائف مماثلة مضادة للمناعة؛ مما يزيد احتمال وجود مصدر غير مستغل من قِبَل من الأهداف للتدخلات المضادة للبكتيريا.

A CRISPR/Cas system mediates bacterial innate immune evasion and virulence

T Sampson *et al*

doi:10.1038/nature12048

علم الخلية

الخلايا التائية وتحمُّل الميكروبات المتعايشة

إنّ تعريف هوية الخلايا التائية التنظيمية المعوية المتحكِّمة (Treg) في أمراض المناعة الذاتية ـ كالتهاب القولون، والاستجابات المناعية للميكروبات المتعايشة ـ ما زال غير محدَّد . وفي هذه الدراسة، استخدمت آنا سيبولا وزملاؤها فك تتابعات الجينوم عالي الإنتاجية لمستقبلات الخلايا التائية؛ لإظهار أن الخلايا التائية التنظيمية السائدة بالأعضاء الليمفاوية والمعوية ـ ومن ضمنها القولون ـ مستمدة من الغدة الصعترية (thymus). ويتحدى هذا وجهة النظر التي تعتبر أن خلايا تائية تنظيمية مستحثة أخرى ـ بدلًا من خلايا الغدة الصعترية التائية التنظيمية ـ هي المسؤولة أساسًا عن التحكم في التهاب الأمعاء، مع أنها لا تستبعد إمكانية أن خلايا تائية تنظيمية مستحثة تسهم في الاستقرار الداخلي.

Thymus-derived regulatory T cells contribute to tolerance to commensal microbiota

A Cebula *et al*

doi:10.1038/nature12079

علم الخلية

وظيفة تأشيرية للخلايا الميتة

يحدث موت الخلايا المبرمج طوال مرحلة النمو والتوازن في الأنسجة السليمة، ومن ضمنها العضلات الهيكلية. وتشكك هذه الدراسة في الافتراضات السابقة حول انعدام فوائد الخلايا الميتة. فقد أظهر كودي رافيشاندران وزملاؤه أنه أثناء تمايز عضلات الفئران الهيكلية، يخضع جزء من طَليعة خلايا العضلات لموت مبرمَج. وهذه الخلايا توفر إشارة مهمة ـ فوسفاتِيدِيلسرين ـ تعزِّز تطور العضلات. وقد يستخدم الجسمُ موتَ الخلايا، ليس فقط للتخلص من الخلايا غير المرغوبة، ولكن أيضا لتقنين التمايز الذي يضيف بعدًا مثيرًا للاهتمام لدوران الخلية ضمن الأنسجة.

Phosphatidylserine receptor BAI1 and apoptotic cells as new promoters of myoblast fusion

A Hochreiter-Hufford *et al*

doi:10.1038/nature12135

ناقلات المغذِّيات الدقيقة البكتيريَّة

تجني ناقلات كاسيتتقييد أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ABC) الطاقة الناتجة عن تقييد الأدينوزين ثلاثي الفوسفات والتحلل المائي، لنقل الركيزة عبر غشاء الخلية. وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بمجلة «نيتشر» قد أوردتا البِنَى البلورية بالأشعة السينية لعضوين من فصيلة فائقة مستجدة لناقلات كاسيت تقييد أدينوزين ثلاثي الفوسفات، هي ناقلات عامل اقتران الطاقة (ECF) المنخرط في امتصاص الفيتامينات والمغذيات الدقيقة في بدائيات النوى. وكلاالجزيئان من بكتيريا «الملبنة القصيرة». وقد حَلَّ پنج زانج وزملاؤه بنية فولا تناقل عامل اقتران الطاقة، بينما حل ييجونج شي وزملاؤه بنية ناقل عامل اقتران طاقة، يُعتقد بخصوصيته لهيدروكسيميثيل البيريمايدين. ومَكَّنَتْ البِنَى الباحثين من اقتراح نموذج عملي معقول لدائرة النقل لناقلات عامل اقتران الطاقة. ولا توجد متماثلات ثديية لمكونات بروتين S لناقلات عامل اقتران الطاقة. ويوجد لدى الجزيئات تقارُب عالٍ ومُلْفِت لتقييد الركيزة، مما يوحي باستحقاقها البحث كأهداف محتمَلة لمضادات حيوية جديدة، تشتد الحاجة إليها.

Crystal structure of a folate energy-coupling factor transporter from Lactobacillus brevis

K Xu *et al*

doi:10.1038/nature12046

Structure of a bacterial energy-coupling factor transporter

T Wang *et al*

doi:10.1038/nature12045

علوم الجليد

جرينلاند.. وارتفاع مستوى سطح البحر

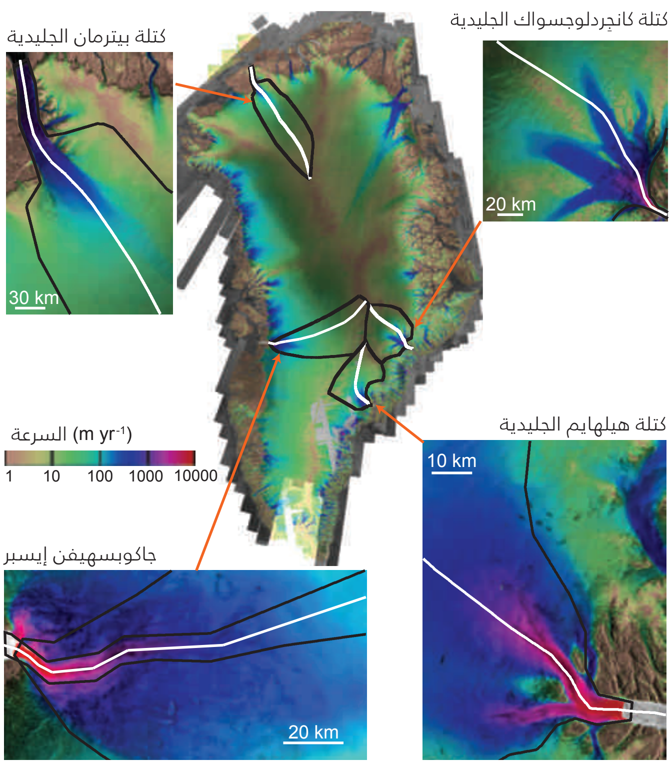
أثار التسارع الدراماتيكي الأخير لفقدان الجليد من الغطاء الجليدي بجرينلاند المخاوف حول إمكانية فقدان جامح للجليد، وبالتالي ارتفاع مستوى سطح البحر. ومؤخرًا، حاكت فائزة نك وزملاؤها ديناميات حركة الجليد لأربع من أكبر الكتل الجليدية بجرينلاند حتى عام 2200 باستخدام نموذج يأخذ في الاعتبار الديناميات المعقدة التي تعمل عند حدود الجليد/ المحيط، كانفصال الجليد وذوبانه تحت البحر. وجدوا أنه رغم عدة دفقات انحسار، لا يُرجَّح استمرار المعدل الحالي لتسارع فقدان الجليد. ويشير هذا إلى أنه من المرجح أن يكون إسهام غطاء جرينلاند الجليدي في ارتفاع مستوى سطح البحر أقل كثيرًا من الحد الأعلى للتقديرات السابقة.

Future sea-level rise from Greenland's main outlet glaciers in a warming climate

F Nick *et al*

doi:10.1038/nature12068

الشكل أسفله | منافذ كتل جرينلاند الجليدية الرئيسة. ألقت الدراسة الضوء على مناطق تجمع الكتل الجليدية من خلال خارطة سرعة جرينلاند. جاكوبسهيفن إيسبر بالغرب، والمصارف ~7.5%من مساحة غطاء جرينلاند الجليدي. هيلهايم وكتلة جليد كانجِردلوجسواك في الجنوب الشرقي، تصرفان حوالي 3.9% و 4.2% على التوالي. كتلة بيترمان الجليدية بالشمال تصرف ~ 6% من مساحة الغطاء الجليدي.

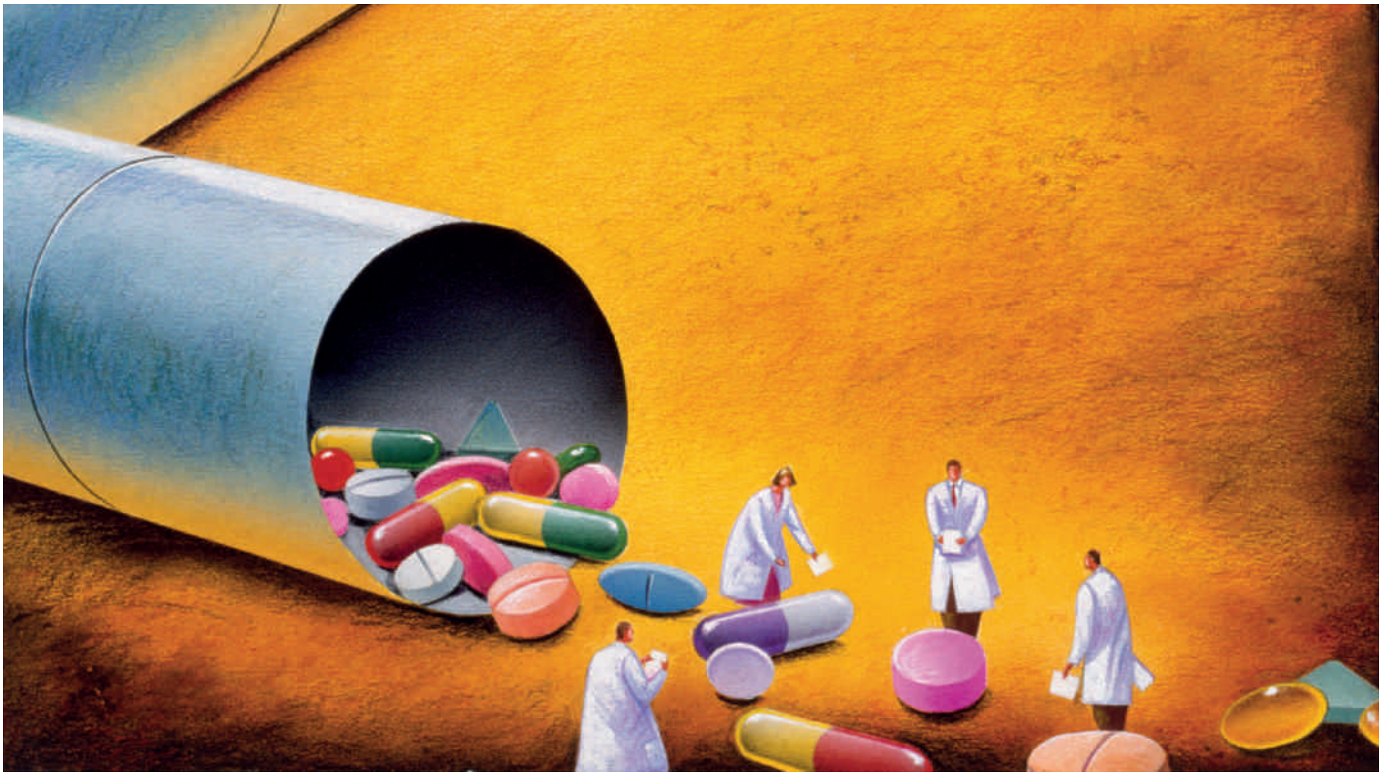


تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التمويل الجماهيري يستطيع الباحثون زيادة الدعم لمشروعاتهم البحثية من خلال تبرعاتٍ الجمهور **ص. 83**

نقطة تحول لوسي كولينسون رئيس وحدة المجهر الإلكتروني بمعهد أبحاث لندن **ص. 87**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



IMAGES.COM/CORBIS

العلوم التنظيمية

باحثون قيد الإعداد

هناك بادرة أمل في المجال العلمي المتنامي، الذي يهدف إلى الإسهام في تنظيم سلامة الغذاء، وعملية تطوير الدواء.

آمْبر دانْس

بعد انفجار الحفار «ديب ووتر هورايزون» Deepwater Horizon في إبريل 2010، مخلفًا نحو 5 مليون برميل من النفط في خليج المكسيك، أُغلِقت ثلث مصائد السَّمَك الواقعة على مياه الخليج الأمريكية. وكان على العلماء أن يختبروا مئات العينات من المأكولات البحرية؛ للتأكد من عدم تلوثها بالهيدروكربونات، لكن الحصول على النتائج من خلال الاختبارات الكيميائية التقليدية المعمول بها استغرق أسبوعًا.

أَسهَمَ الباحثون في «هيئة الغذاء والدواء الأمريكية» ووكالات أخرى في الجهود المبذولة لابتكار اختبارات أسرع؛ لتحديد مدى صلاحية المأكولات البحرية خلال يومين فقط. وتمكَّنت تلك الهيئات ـ عن طريق تنقيح الوسائل الموجودة آنذاك ـ من الوصول إلى اختبار فعّال بحلول شهر يوليو 2010. وتمكَّنت مصائد السمك من العمل ثانيةً؛ وعادت المأكولات البحرية إلى قوائم الطعام مرة أخرى، كل ذلك قبل أسابيع ممّا كان من المفترَض أن يستغرقه الاختبار الأصلي. ويشكِّل هذا الحل السريع التعاوني للمشكلة مثالاً على مميزات «العلوم التنظيمية» Regulatory Sciences، التي لا يتم تطبيقها في الوكالات الحكومية فحسب، ولكن أيضًا في المجال الصناعي والأكاديمي.

تقول إرين فيلهيلم، مديرة مشروع بـ«مركز التفوق في العلوم المنظمة والابتكار» CERSIبواشنطن العاصمة، وهو مركز تم تدشينه عام 2011 عن طريق «هيئة الغذاء والدواء الأمريكية»، وجامعة جورج تاون: «إن العلوم التنظيمية ليست شيئًا جديدًا، وإنما الجديد هو المصطلح نفسه». وتضيف قائلةً: «في الواقع، إنّ هذا المصطلح يعتبر مصطلحًا شاملًا لكل العلوم المختلفة التي تؤثِّر على تطوير الدواء، أو تطوير الأجهزة، أو علوم الأغذية، أو تنظيم منتجات التبغ».

يجب على الراغبين في العمل بالعلوم المنظمة أن يحصلوا على خبرة في فرع مناسب من العلوم، مع وجود تدريب مكثف أيضًا في العلوم التنظيمية نفسها (انظر: «تعلَّم أصول المهنة»). ومن الممكن أن تتضمن الوظائف مراجعة طلبات اعتماد المنتجات، بالإضافة إلى مجموعة متنوعة من الموضوعات البحثية، مثل تحديد علامات بيولوجية لقياس فعّالية الدواء؛ أو قياس المخاطر المحتملة على الصحة العامة أثناء مرحلة اعتماد الدواء، أو متابعة تأثيرات الدواء بعد طرحه بالأسواق. وتحتاج الشركات أو المجموعات الصناعية التي تريد اعتماد منتجاتها إلى أعضاء يجيدون فَهْم العالم التنظيمي. تُوجَد وظائف متاحة في دول عديدة، وبخاصة الولايات المتحدة، حيث جذب هذا المجالُ الاهتمامَ في كل من القطاع الحكومي، وقطاعات أخرى.

ويستطيع معظم الناس أن يميِّزوا بين العلوم التنظيمية، وبين الشؤون التنظيمية، حيث تهتم الأخيرة بالتأكد من اتباع اللوائح التنظيمية. يقول هانز جورج إيشلر، كبير الموظفين الطبيين بـ«الوكالة الأوروبية للأدوية» EMA في لندن: «نحن نتحدث هنا عن علم حقيقي». ويضيف: «إن العاملين في مجال العلوم التنظيمية لهم خلفيات متنوعة، تتراوح من الكيمياء الحيوية، حتى الإحصاء. ويعتبرون أنفسهم ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◄ علماء متخصصين في الكيمياء الحيوية، أو الإحصاء، وليسوا (علماء تنظيميين)».

يذكر جون بوريس ـ رئيس صندوق بوروز ويلكام الخيري بـ«واحة مثلث الأبحاث»RTP في نورث كارولاينا، الذي يقوم بتمويل أبحاث الطب الحيوي ـ أنّ العاملين في هذا المجال لا يحصلون على المكانة المناسبة، فهم لا يحصدون جوائز «نوبل» من تلك المهنة. ومع ذلك.. فنتائج العلوم التنظيمية لها القدرة على أن تؤثر تأثيرًا بالغًا، على حد قوله. وعلى سبيل المثال.. في مجال الأبحاث الأساسية، من الممكن أن تساعد مهمةُ تحديد العلامات البيولوجية لمرض معين العلماءَ على إجراء تجارب إكلينيكية؛ لتحديد مَنْ سيستجيب للعلاج بشكل جيد. وباختبار الأدوية باستخدام أنظمة المحاكاة، قد يتمكن الباحثون من معرفة الفعالية والآثار الجانبية لمُرَكَّب ما، قبل المجازفة بالتكلفة المادية، أو إجراء التجارب على البشر.

مِنْ ضِمْن الأنظمة التي هي قيد التطوير في الوقت الحالي، والتي يعمل عليها العلماء التنظيميُّون: نظام «إنسان على شريحة» الذي يحاكي عشرة (أعضاء Organs) مختلفة؛ لاختبار سلامة الأدوية عليها. وهناك نظام آخر، هو: «العائلة الافتراضية»، وهو بمثابة نماذج رقمية صحيحة تشريحيًّا للبالغين من الذكور والإناث، وللأطفال كذلك، تمت بناءً على مسح جسدي لمتطوعين، ويتم استخدامها في نماذج محاكاة بالحاسوب. ونظام «العائلة الافتراضية» مستخدَم حاليًا للتنبؤ بالتغيرات في درجة حرارة الجسد في الأنسجة المحيطة بالأجهزة المزروعة في جسم الإنسان، وذلك عند تعرُّضه للموجات الراديويّة، أو الموجات الدقيقة.

توافُر فرص جديدة

بدأت المؤسسات والحكومات في الاهتمام بهذا المجال، حيث يقدم صندوق «بوروز ويلكم» ـ لأول مرة ـ جوائز في الابتكار في العلوم التنظيمية، سيتم منحها للأكاديميين الذين يتناولون موضوعات متعلقة بالعلوم التنظيمية. وهو حاليًا ينظر في الطلبات المقدَّمة للمشاركة في المسابقة. وتهدف هذه المبادرة إلى تحفيز الاستثمار في هذا المجال. وقد تلقَّى الصندوق طلبات ما يقرب من 60 عضوًا بالجامعات بأمريكا الشمالية، حيث يخطِّط إلى تغطية خمسة مشروعات، عن طريق مَنْح حوالي 500,000 دولار لكل مشروع على مدار خمسة أعوام. ويأمل بوريس في جَعْل الدعوة إلى تقديم المقترحات سنويةً، في حال نجاح البرنامج.

هذا.. ولا تعطي هيئة الغذاء والدواء الأمريكية منح بحثية كثيرة، على الرغم من أنها شاركت المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة في عام 2010 في مَنْح مبلغ قدره 6.75 مليون دولار لبعض المشروعات التي تستغرق ثلاثة أعوام في مجالات رقابية، مثل المحدّدات البيولوجية للأمراض. كما قامت في العام الماضي بدعوة مقاولين خارجيين؛ لإجراء أبحاث تنظيمية.

وفي اليابان، أنشأت وكالة المستحضرات الدوائية والأجهزة الطبية مكتبًا للعلوم التنظيمية في عام 2009. كما منحت وزارة الصحة والعمل والرفاهية اليابانية 1.2 مليار ين ياباني (12 مليون دولار أمريكي) لمجال العلوم التنظيمية في عام 2012.

أما في أوروبا، فتدعم «مبادرة الأدوية المبتكرة» في بروكسل التعاون بين القطاعين العام والخاص في مجالات معينة، مثل المحددات البيولوجية، ونماذج الأمراض، أملًا في تحسين عملية تطوير الدواء.

وبالرغم من هذا الاهتمام المتنامي بالعلوم التنظيمية إلا أنه لم يترجَم بعد إلى فرص عمل في «هيئة الغذاء والدواء الأمريكية»، أو «وكالة الأدوية الأوروبية». يقول إيشلر إن سوق العمل لدى «وكالة الأدوية الأوروبية» ظل ينمو نموًّا سريعًا حتى عام 2009، حين بدأ الاقتصاد في انهياره، وتوقفت حركة التوظيف. وعلى النقيض، يرى المدير التنفيذي لـ«مبادرة الأدوية المبتكرة»، مايكل جولدمان، أن هناك فرص عمل عديدة على مستوى العالم، بما في ذلك أوروبا، واليابان، والصين. وفي تقرير قدمته منظمة «مشاركة من أجل الخدمة العامة» في واشنطن العاصمة في عام 2012 ـ وهي منظمة غير هادفة إلى الربح ـ وُجِدَ أن هيئة الغذاء والدواء الأمريكية قامت بتوظيف 2,221 موظفًا في عام 2010، بعد أن كان عدد مَنْ تم توظيفهم في عام 2007 هو 817 موظفًا، إلا أن الكثير من الوظائف كانت مؤقتة. وعلى الرغم من أن كبير العلماء بهيئة الغذاء والدواء الأمريكية، جيسي جودمان، يتوقع توظيف أعداد أكبر من الموظفين مع تقاعد الجيل الأكبر منهم، إلا أن تقليص الميزانية الفيدرالية هذا العام من الممكن أن يُلْحِق ضررًا بالغًا بالهيئة. وتنفق هيئة الغذاء والدواء الأمريكية معظم أموالها على الموظفين، وعلى أمور أخرى تتعلق بالموظفين. وعلى الرغم من أنه من غير المتوقع أن تكون هناك إجازات إجبارية بدون مرتب، أو إنهاء خدمة للموظفين، إلا أن تقليص الميزانية قد يؤدي إلى تأخير التوظيف، والحَدّ من السفر وساعات العمل الإضافية.

أطباق بِتْري، والأعمال الورقية

الهيئات التنظيمية هي الجهات الأبرز ـ لكنها ليست الوحيدة ـ للراغبين في البدء في العمل في مجال العلوم التنظيمية. وقد ترك بعض موظفي «هيئة الغذاء والدواء الأمريكية» التجارب العلمية، بينما لجأ البعض الآخر إلى تقسيم وقتهم ما بين المشروعات البحثية، ومراجعة طلبات الموافقة على المنتجات. وتقول كانديس جونجسما ـ وهي زميلة تعمل في مجال العلوم التنظيمية بمركز منتجات التبغ بهيئة الغذاء والدواء في روكفيل بولاية ميريلاند ـ إن العمل بجهة تنظيمية أشبه بالعمل كباحث رئيس. وهي لا تقوم بإجراء الأبحاث بنفسها، ولكنها تقوم بمراجعة البيانات، وطرح الأسئلة، وإعطاء التوجيهات. وأحد المشروعات ـ التي تعمل عليها ـ هو بمثابة عمل مقارنة لمكونات بعض منتجات التبغ الموجودة بالفعل، ومنتجات تبغ جديدة؛ لمعرفة ما إذا كانت الوصفة الجديدة تحمل مخاطر على الصحة؛ تحتاج

برامج تدريبية

تعلُّم أصول المهنة

لطالما اتجه التدريب على العلوم التنظيمية ليكون تدريبًا مصاحِبًا للعمل الفعلي، مع اعتماده على وجود خلفية علمية قوية، بالإضافة إلى توفر التعليم العادي بدون عمل.

وتتيح الزمالة للباحثين إمكانية التعرف على العلم التنظيمي، قبل التقديم لوظيفة دائمة في هذا المجال. ومن ضمن أوائل الحاصلين على الزمالات في العلم التنظيمي لمنتجات التبغ في مركز منتجات التبغ في روكفيل بولاية ميريلاند، التابع لهيئة الغذاء والدواء الأمريكية: كانديس جونجسما. وقد أسهمت مؤسسة الدواء الأمريكية في رعاية البرنامج الخاص بها، الذي كانت مدته عامًا واحدًا. وتقوم جونجسما بتطبيق معلوماتها الكيميائية؛ للتأكد من محاذير السلامة في المنتجات الجديدة. وتتضمن الزمالة الخاصة بها برامج تدريبية، واجتماعات شخصية مع وزير الصحة والخدمات الإنسانية، ومع مفوض هيئة الغذاء والدواء الأمريكية. كما ترعى هيئة الغذاء والدواء أيضًا برنامج زمالة للعمل بالمفوضية، مدته عامان، مما قد يفتح الباب أمام مزيد من العمل بالهيئة بعد إنهاء البرنامج.

وفي هذه الأثناء تتزايد أسهم البرامج التي تركز على العلوم التنظيمية. وهي غالبًا ما تتطلب عملًا احترافيًّا، وتتضمن العمل خلال الإجازة الأسبوعية، أو حضور فصول ليلية، أو التعلُّم عن طريق الإنترنت. يقول فرانسيس ريتشموند، مدير المركز الدولي للعلوم التنظيمية بجامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجيليس ـ التي تمنح درجات الماجستير والدكتوراة ـ إنّ هناك مناهج تركز على العلم وتطوير الدواء؛ بينما تتناول بعض المناهج الأخرى القوانين واللوائح، أو التسعير، واتخاذ القرارات في مجال الأعمال.

تدور برامج الحصول على درجة الماجستير حول التطوير. ومن المتوقع أن تبدأ هذا العام في جامعة جورج تاون بواشنطن؛ ومن خلال الإنترنت في جامعة ميريلاند في بالتيمور؛ وفي جامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا. وفي البرنامج الخاص بجامعة ميريلاند ـ على سبيل المثال ـ سوف يتم تأسيس الطلبة في الشؤون التنظيمية، ومجال اكتشاف وتطوير الدواء، والأبحاث والمراقبة الإكلينيكية، وذلك حتى يمكن مراقبة سلامة الدواء، بعد الموافقة عليه.

وفي أوروبا، يستطيع الطلبة أن يلتحقوا ببرامج تدريبية قصيرة، مدتها بضعة أيام، أو برامج أخرى مدتها سنة؛ من أجل الحصول على درجة الماجستير. ويهتم الكثير من الطلبة بالشؤون التنظيمية، بينما يهتم البعض بالعلوم التنظيمية. وتدير «مبادرة الأدوية المبتكرة» في بروكسل برامج «فارما ترين» PharmaTrain للدراسات العليا (وهي برامج تعليمية تدريبية في علوم الصيدلة وتطوير الدواء)، تتضمن محاضرات قصيرة، وتدريبًا بمستوى درجة الماجستير في مجال تطوير الدواء. ومحاضرات تلك المبادرة متاحة في أماكن متعددة على مستوى أوروبا. ويتيح برنامج المبادرة الأوروبية في «مراقبة الأمان الدوائي» pharmacovigilance وعلم «علم الوبائيات الدوائية» pharmacoepidemiology، المسمى Eu2P، تدريبًا عن طريق الإنترنت؛ للحصول على شهادة معتمدة، أو على درجتي الماجستير والدكتوراة.

وقد اتحدت الوكالة اليابانية للمستحضرات الدوائية والأجهزة الطبية مع عدد من الجامعات؛ للسماح لموظفيها بالحصول على دراسات عليا، مقابل السماح لخريجي تلك الجامعات بتوصيل رسالاتهم البحثية إلى الوكالة.

يقول ريتشموند: «من الصعب العثور على مواهب حقيقية». ويضيف قائلًا: «إنّ الشخص الذي يمتلك مهارات علمية جيدة، ودرجة علمية في العلوم التنظيمية، عادةً لا يواجه أيَّ صعوبات في الحصول على وظيفة مناسبة».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إلى تلافيها قبل اعتماد تلك المنتجات، أو الموافقة عليها.
كان إيرنست كويجير أفول في مرحلة أبحاث ما بعد الدكتوراة في علوم الأعصاب، عندما تقدَّم بطلب الحصول على زمالة لمدة عامين بهيئة الغذاء والدواء الأمريكية، على أمل أنْ يتمكن من إجراء بحث له تأثير فوري. وفي مركز سلامة الغذاء والتغذية التطبيقية بكوليدج بارك بولاية ميريلاند، التابع لهيئة الغذاء والدواء الأمريكية، عمل كويجير أفول على تقدير الخطورة التي قد تنتج عن وجود كميات صغيرة من مسبِّبات الحساسية من الطعام على صحة المستهلكين الذين يعانون من الحساسية عند تناول أغذية معينة. واستنتجَ ـ من خلال دراساته ـ طريقة حسابية لتحليل المخاطر، خاصة من مسبِّبات الحساسية. وقَبِلَ كويجير أفول العمل بالمركز في وظيفة دائمة، يقوم فيها بعمل مشابه، وذلك بعدما أنهى زمالته به في شهر سبتمبر الماضي. ويقول كويجير إن العلوم التنظيمية «مجال ممتع، إذا كنتَ لا تحب التفكير ذا البُعْد الواحد». وجدير بالذكر أنه يعمل مع خبراء في علم السموم أو القانون. ويقول فرانسيس ريتشموند، مدير المركز الدولي للعلوم التنظيمية بجامعة جنوب كاليفورنيا بلوس أنجيليس، إن توافر مهارات اتصال جيدة، واتباع النهج الذي يشجع على العمل الجماعي يعدّان من الأمور الضرورية.

يقول روبرت ماير، الذي كان يرأس مكتب تقييم الدواء بهيئة الغذاء والدواء الأمريكية، قبل أن يصبح نائب رئيس الاستراتيجية التنظيمية العالمية بحرم شركة ميرك في أبر جوينيد بولاية بنسيلفانيا، إنّ وحدات استراتيجيات التنظيم بشركات الأدوية هي أماكن جيدة لاكتشاف الجانب التنظيمي للصناعة، حيث يحرص علماء التنظيم بشركات الأدوية على فهم القوانين المهمة التي يستند إليها المراجعون بهيئة الغذاء والدواء الأمريكية؛ ليتمكنوا من اجراء التجارب الصحيحة، ومن تقديم البيانات التي تحتاجها الهيئة لاتخاذ القرارات بشأن المنتجات. يقول جيمز بولي، مساعد رئيس الباحثين في «مركز التفوق في العلوم التنظيمية والابتكار» بجامعة ميريلاند في بالتيمور، التابع لهيئة الغذاء والدواء الأمريكية، إن هذا أيضًا يحدث ـ وبشكل خاص ـ مع الذين يعملون بالشركات الصغيرة، لأنهم يشاركون في جوانب عديدة من تطوير المنتج.

«إنّه لمجالٌ ستَجِدُ فيه متعتك، إذا كنتَ لا تحب التفكيرَ ذا البُعْد الواحد».

كما يستطيع العلماء الأكاديميون الإجابة على الأسئلة المتعلقة بالتنظيم، أو تقديم توصيات لهيئة الغذاء والدواء. وتقوم خبيرة المعلوماتية الحيوية بجامعة جورج تاون، سوبها مادهافان، حاليًا بإنشاء قاعدة بيانات؛ لتساعد علماء هيئة الغذاء والدواء الأمريكية في فهم سبب حدوث تباين في استجابة الناس للأدوية، وكيف أن عدة أمراض مناعية ذاتية قد ترتبط ببعض اللقاحات. وتلتقي بالعاملين بهيئة الغذاء والدواء بانتظام؛ لتتعرف على احتياجاتهم.

ومن المتوقع أن تنهي العمل قريبًا. تقول فيلهيلم: «إنّ المستقبَلَ للعلوم التنظيمية في مجال تطوير الأدوية والأجهزة»، ويستطرد قائلًا: «في مرحلةٍ ما.. سيصبح قولك «أنا عالِم تنظيمي» أمرًا عظيمًا». ■

آمْبِر دانْس كاتبة حرة، تقيم في لوس أنجيليس، ولاية كاليفورنيا.



C.WELSH/NATURE

التمويل الجماهيري

مــالٌ عند الطلــب

يستطيع الباحثون ـ بتخطيط دقيق وتوقعات منضبطة ـ زيادة الدعم لمشروعاتهم البحثية، من خلال تبرعات الجمهور.

كارين كابلان

احتفل جريجوري فون عندما ربح فريقه منحةً لمدة عامين، قدرها 308 ملايين بيسو (168000 دولار أمريكي) من الحكومة الكولومبية؛ لدراسة نبات الكانا *Canna indica* بجبال الأنديز. يُستخدم هذا النبات حاليًا للزينة، لكن السكان المحليين في أمريكا الجنوبية كانوا في السابق يطهون درناته ويأكلونها. وقد أراد الباحثون أن يعرفوا أكثر عن قيمته الغذائية، وما إذا كانوا قادرين على إعادة تقديم طريقة الأسلاف في الطهو، وما إذا كان بالإمكان استخدام النبات كمُكَمِّل أو كبديل للمشتريات من الأرز، والبطاطس، وعلف الحيوانات.

اكتشف فون ـ الباحث المتعاقد في مجال الهندسة الزراعية في جامعة كولومبيا لعلم أصول التدريس والتكنولوجيا بمدينة تونجا ـ في وقت سابق من العام الحالي أنه نسي شيئًا ما. لقد نسي أن يُضَمِّن استمارة طلب المنحة بندًا عن التمويل المطلوب للتحليلات الغذائية لعديد من أصناف نبات الكانا. يقول فون: «إنها ليست ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◀ بالتجربة العلمية الكبيرة، ولكنها في النهاية ستصبح مكلفة جدًّا». ويضيف: «ليست لدينا الميزانية الكافية لإجراء هذه الاختبارات، وبدونها لن نستطيع الحصول على المعلومات التي نحتاجها».

قدّر فون أن الفريق سيحتاج حوالي 2.7 مليون بيسو، أي حوالي 1500 دولار؛ لإكمال الاختبارات. وكانت دورة حياة تلك النباتات تشير إلى أن حصادها سيكون في شهر مارس، وكان يجب إجراء الاختبارات بعد ذلك مباشرة، ولذلك.. كان الفريق في حاجة إلى المال بشكل عاجل. وبدلًا من الشروع في كتابة طلب منحة آخر، قرر فون أن يتوجه إلى التمويل الجماهيري: أن يطلب من أفراد الجمهور العام التبرع للمشروع.

يقول: «كنت قد قرأت عن أناسٍ احتاجوا إلى إجراء عمليات طبية مكلفة؛ وتمكنوا من الحصول على تمويل لها». وفي النهاية، اختار أن يعرض مناشدته من خلال «إنديجوجو»، وهو موقع إلكتروني للتمويل الجماهيري، يستضيف مجموعة من الحملات المرتبطة بالعلوم والطب والتطوير التكنولوجي من بين مشاريع أخرى. وقد وَجَدَ أن الوصول إليه متيسِّر، وتَصَفُّحه سهل.

كانت الحملة مفتوحة للتبرعات لحوالي أسبوعين ونصف الأسبوع. وفي هذا الوقت تمكَّن من جمع أكثر من 2000 دولار؛ ليتخطى بذلك هدفه بمقدار الثلث. وبات الفريق الآن قادرًا على إكمال الاختبارات. وباستخدام المال الإضافي، يعمل الفريق على إنشاء صندوق لدعم مشروعات التنمية الاقتصادية القائمة على نبات الكانا.

التبرع عبر الإنترنت

فون هو واحد من بين أعداد متزايدة من الباحثين الساعين وراء التمويل الجماهيري. وقد حققت هذه الممارسة انتشارًا واسعًا في الأعوام الأخيرة، خاصة مع انخفاض نسب نجاح استمارات الحصول على مِنَح بحثية في أماكن كثيرة. وبالرغم من أن حملات التمويل الجماهيري لا تعتبر بديلًا عن المنح، وغالبًا ما توفر مبالغ أقل من المال، وتميل البحوث الأساسية إلى أن تكون في نظر جمهور المتبرعين أقل شعبيةً من العلوم التطبيقية أو مشاريع الفنون، إلا أنها قد تكون مؤثِّرة، خاصةً إذا كانت المناشدات تلامس العواطف، أو تتناول نطاقًا شخصيًّا في اتجاه إشراك البحث العلمي في موضوعات معينة، مثل علاج الأمراض.

وبإمكان العلماء الذين يسلكون هذا السبيل زيادة فرصهم في النجاح، من خلال الاستفادة القصوى من نطاقات التوعية والتسويق عبر وسائل التواصل الاجتماعي، ومن خلال إقامة المشاركات مع شخص مُلِمّ بكل شيء عن الأمر. ويتوجب على ناشطي الحملات تقديم عروض مشوقة تجتذب غير العلماء. وبالرغم من أن الحملات البارعة لديها القدرة على جلب التمويل اللازم، إلا أنّ المستخدمين من المفترَض أن ينتظروا تصورات واقعية.

حالما يقرر باحث أو فريق من الباحثين طلبَ التمويل لدعم أحد المشروعات، عليهم تحديد مبلغ معين كهدف (ينصح الناشطون المُحَنَّكون بأنْ يحدد المبتدئون مبلغًا أقل من 5000 دولار كبداية)، واختيار منصّة، تكون في الغالب موقعًا إلكترونيًّا موجودًا، ويحصل على عدد كبير من الزيارات، مثل «إنديجوجو»، و«كيك ستارتر»، و«روكيت هب»، و«فانداجيك»، (انظر: *Nature* **481**, 252-253; 2012). وأكثر هذه المواقع إفادةً هو ما يتمتع بمعايير واسعة ومرنة لاستضافة المشروعات، ويستغرق وقتًا قصيرًا لقبول أو رفض العرض. وتستمر الحملة في الغالب ما بين عدة أيام وعدة أشهر، على حسب المبلغ المطلوب، وطبقًا لمتطلبات الموقع. وعلى الناشطين مراجعة الرسوم التي تتقاضاها المواقع من أجل استضافة مشروع ما. وتتراوح تلك الرسوم ما بين 2% إلى 4% من إجمالي التبرعات لكل مناشَدة تحقق هدفها المالي، وتصل النسبة إلى 10% للمناشدات التي لا تحقق هدفها. وإذا لم يحقق مشروعٌ ما هدفَه، قد تطالب بعض المواقع أصحاب الحملات بإعادة كافة التبرعات. والهدف من ذلك هو حَثّ الحملات على عدم طلب مبالغ كبيرة وغير واقعية، وتضييق فرص بقاء الحملة على الموقع لأشهُر.

تمنح المنصة لكل مناشدة صفحةً خاصة. وما يجري على تلك الصفحة يُعدّ أمرًا حيويًّا لنجاح الحملة. فالنص يجب أن يوضِّح المشروع بطريقة مقبولة يسيرة الفهم للجمهور العادي، ويجب أن تحتوي الصفحة كذلك على صور، وشريط فيديو واحد على الأقل. كما يجب أن يتم تحديثها على الأقل مرة كل عدة أيام بمعلومات عما اكتشفه الفريق البحثي، أو أنتجه، أو ما الذي يعمل عليه؛ وذلك من أجل التأكد من استمرار فاعلية الحملة وجاذبيتها. وعلى العلماء الذين لا يتمتعون بالمهارات الإعلامية أنْ يستعينوا بمساعدة أو استشارة مَنْ له خبرة في تصميم الصفحات الإلكترونية ووسائل التواصل الاجتماعي، حسبما تنصح داني رينجلمان، مؤسِّسة موقع «إنديجوجو» الذي يحظى بمكاتب له في لوس أنجيليس، وكاليفورنيا، ونيويورك. وتقول: «استعِنْ بمتدرِّب جيد».

إن فكرة التمويل الجماهيري لا تنفصل عن التواصل العام، كما يقول جاي رانجاناثان، عالِم البيئة بجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا، والشريك في تأسيس موقع #SCiFund Challenge، وهو موقع تمويل جماهيري يستهدف المشاريع العلمية. وقبل إطلاق حملة تمويل جماهيري، بما لا يقل عن ستة أشهر، على العلماء أن يشرعوا في كتابة تدوينات وتغريدات عن بحثهم العلمي، وإنشاء صفحة فيسبوك، ونشر تحديثات عن عملهم، وتحميل شرائط فيديو على صفحات المدونة، وفيسبوك، ويوتيوب. ويضيف رانجاناثان: «عليك بإشراك شبكات معارفك: انظروا، أنا أعمل على هذا الشيء. دع شبكة معارفك تعرف ماذا تفعل: استخدِمْ كل القنوات التي لديك». وبمجرد إطلاق حملة التمويل الجماهيري، على الباحثين أن يصعِّدوا تواصلهم باستخدام وسائل الإعلام الاجتماعية، وحتى التقليدية. كما يُنصح بإرسال نشرات صحفية قصيرة، والاتصال بمحرِّري الصحف والمجلات، وبالمُدَوِّنين. ويتابع رانجاناثان قائلًا: «هناك شيئان مُهِمّان.. حجم جمهورك الموجود، ومدى التزامهم. وعليك أن تزيد جمهورك قدر استطاعتك».



INDIEGOGO

«لدى الباحثين قدرة أكبر على وضع الدعم في المسار المطلوب، والتفاوض مع وكالات التمويل الكبرى»

داني رينجلمان

ويوضح ويل لودينتون، عالِم الأحياء الجزيئية والخلوية بجامعة كاليفورنيا في بيركلي، والشريك المؤسس في «يو بيوم» uBiome ـ وهي مؤسسة لمواطني العلوم، ترصد متوالية الجينوم الخاصة بالميكروبات الموجودة في أجساد الزبائن ـ قائلًا: «لقد قمنا بغارة إعلامية طويلة وشاملة». وتُستخدم تلك النتائج لإيجاد ارتباطات بين تكوين الكتلة الميكروبية بجسم الإنسان، وصحته، وأسلوب حياته، ونظامه الغذائي، وسلوكه. وتدير الشركة حملة ناجحة على موقع «إنديجوجو»؛ للحصول على الدعم للأبحاث التالية، ومن أجل تمويل منصة لمواطني العلوم. ولقد أرسلت مئات النشرات الصحفية لوسائل الإعلام، وأجروا اتصالات بالمراسلين والمحررين والمدوِّنين. ونجحت تلك الطريقة، فلقد كتبت مجلات التكنولوجيا تقارير عنها، ومن بينها مجلة «وايرد» *Wired*، وكذلك نشرات محلية. واستطاعت «يو بيوم» جمع 350000 دولار خلال ثلاثة أشهر، وهو أكثر من الهدف المحدد بثلاثة أضعاف ونصف، وهو كذلك أكثر من كافٍ لدعم أبحاث المتواليات التي يقوم بها الفريق.

فن الإقناع

تتضمن أغلب حملات التمويل الجماهيري مكافآت لتشجيع الناس على التبرع. فعلى سبيل المثال.. ترسل «يو بيوم» لمن يتبرع بـ79 دولارًا أدوات لأخذ عينات من الميكروبات الموجودة في أجسادهم، ليقوموا بإرسالها مجددًا إلى الشركة؛ من أجل أبحاث المتواليات. ويجدر تقديم مختلف الحوافز للتبرعات ذات القيم المتفاوتة. ويوضِّح فون أن «أي تبرع تتجاوز قيمته 20 دولارًا يحصل على تهليل كبير على مدونتي، وكذلك أيضًا من معلمي المدارس الذين يكرسون أنفسهم لمثل هذا الأمر كثيرًا، ومن مقتني الآثار»، مضيفًا أن المتبرعين سوف يتم توجيه الشكر إليهم في دراسته عندما يتم نشرها. وكذلك، يحصل المتبرعون بـ500 دولار فأكثر على جولة إرشادية، إذا قاموا بزيارة إلى كولومبيا.

بالتأكيد، لا يجب أن يُنظر إلى التمويل الجماهيري على أنه بديل عن المنح المُحَكَّمة علميًّا. فهي لا تتضمن أي نوع من المراجعة الحقيقية الدقيقة، وبالتالي فإن الأبحاث التي تدعمها قد لا تحظى بذات الثقل في المجتمعات البحثية، ومن بينها لجان التثبيت، ومحرِّرو النشرات العلمية ومراجعو المِنَح المستقبلية، حسب ما تقول ماريا زكريا، المتحدثة باسم مؤسسة العلوم القومية الأمريكية في أرلينتون بفيرجينيا. بالإضافة إلى ذلك.. تقول إن المنح من وكالات التمويل غالبًا ما تُعطَى لعدة أعوام، وليست هبة لمرة واحدة، كالتمويل الجماهيري.

يقول سايمون فينسنت، رئيس صندوق الجوائز الشخصية بمؤسسة أبحاث السرطان الخيرية في لندن: «التمويل الجماهيري يكون أفضل كعنصر لزيادة الرصيد. إنه أمر إضافي، وطريقة جديدة للحصول على مشاركة الجمهور».

تتطلب حملات عديدة مجهودًا ضخمًا من أجل تحقيق أهدافها، حسبما وجد هيجوب بانوسيان، المهندس ورئيس معهد «تحليل البحوث والتخطيط لأرمينيا» ARPA، المقيم في ترزانا بكاليفورنيا. وقد أطلق في فبراير الماضي حملةً على موقع «إنديجوجو»؛ لجمع 25000 دولار؛ من أجل تسلسلات الحمض النووي والتدريب عليها، والمواد اللازمة للباحثين في أرمينيا. ويقول بانوسيان: «إنها عملية تعليمية بالنسبة لنا».

من أجل تمرير معلومات عن الحملة، قام بوضع رابط لها على الموقع الإلكتروني لمعهد «تحليل البحوث والتخطيط لأرمينيا»، ودأب على إرسال بريد إلكتروني إلى 6500 جهة كلّ عدة أيام، يتضمن تحديثات ومناشدات. وقام ابنه بكتابة تغريدات عن التقدم الذي تحرزه الحملة، كما ساعده على إنتاج فيديو، ووضعه على صفحة الحملة بموقع «إنديجوجو».

تمكَّن بانوسيان من جمع 27,515 دولارًا، لكنه أدرك أن الأمر كان عابرًا. وجزء من سبب ذلك يرجع إلى أنه لم يستطع أن يمدّ الموعد النهائي للتبرعات، نتيجة القواعد المتَّبعة في موقع «إنديجوجو»، التي تنص على أن يكون للحملات مقدار «تمويلي ثابت»، أو هدف مالي ثابت. وهو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يعترف بأنه ليس بالأمر الهين أن يقنِع الناسَ بأن يدفعوا ثمن آلة تسلسل الحمض النووي. ويقول بونوسيان: «إذا كنتَ تجمع تبرعات لأشياء تلقى قبولًا في قلوب الناس، مثل الأيتام؛ فإنّ حملهم على التبرع يكون أسهل بكثير».

وحتى مجال السرطان لا يدفع الناس دائمًا إلى فتح حافظات نقودهم. إنّ ليز سكارف ـ مصممة استراتيجيات وسائل التواصل الاجتماعي في لندن، والشريك المؤسس في وكالة للتواصل الرقمي تسمى «فيلدكرافت» ـ تدير حملة مدتها أربعة أشهر على موقع «إنديجوجو»، تسمى «آي كانسر»، وتهدف إلى جمع 2 مليون دولار لصالح فريق سويدي يسعى إلى الحصول على دعم للتجارب الإكلينيكية على فيروس قد تكون له قدرة على علاج نوع نادر من سرطان الغدد الصماء العصبية، وهو من ذلك النوع الذي أودى بحياة المدير التنفيذي لشركة «أبل»، ستيف جوبز في عام 2012. لم يكن لدى سكارف أي خبرة في مجال التمويل الجماهيري، لكنها اشتركت في الأمر، لأن أحد أصدقائها أصيب بالسرطان. وتمكنت الحملةُ ـ التي انتهت في فبراير الماضي ـ من جمع أكثر من 250,000 دولار، بما فيها التبرعات المباشرة للجامعة التي يعمل فيها الفريق. إنه مبلغ رائع بلا شك، لكنه لم يصل إلى الهدف.


SONIA CAROLINA TORRES LÓPEZ

«ليست لدينا الميزانية الكافية لإجراء هذه الاختبارات، وبدونها لن نستطيع الحصول على المعلومات التي نحتاجها»

جريجوري فون

والآن، تعمل سكارف وغيرها بشكل مستقل على استهداف المتبرعين في دول، من بينها الولايات المتحدة والمملكة المتحدة، والسويد؛ من أجل تعويض الميزانية. وهي تقول إنها في المرة المقبلة سوف تسعى إلى مبلغ أقل على أقساط متعددة، بدلًا من طلب المبلغ كاملًا مرةً واحدة. وتضيف قائلةً: «سوف أقسم المبلغ إلى كميات، إذا قمتُ مجدداً بحملة علمية. إنّ الأمرَ ينجح عندما تكون الأهداف أصغر، وأكثر قابلية للتحقيق، ويساعدك ذلك على الإبقاء على نمو وتطور هدفك».

يتفق رانجاناثان مع هذا النهج، قائلا: «لا تطلُب أكثر من 3000 إلى 5000 دولار، إذا كنتَ في البداية. فالناس تنظر إلى النسبة التي جمعتها من المبلغ باعتبارها مؤشرًا على القبول الاجتماعي. إنهم يذهبون إلى المحال المزدحمة أولًا، لأنه بالتأكيد هناك شيء ما فيها جذب الناس إليها. فإذا ما كنتَ قد جمعت فقط 2% إلى 3% من هدفك المالي، فسيبدو الأمر فظيعًا لك، وللموقع الإلكتروني كذلك». وفي وقت لاحق، قد تطلب الحملات المزيد من المال.

عقبات قانونية

هناك نقطة شائكة محتملة أخرى، هي أنّ إخبار العالم عن مشروع بحثي يترك الأفكارَ عرضةً للسرقة. وهناك مآزق قانونية عدة، فلا توجد قوانين معينة تحكم التمويل الجماهيري القائم على التبرعات، على الأقل في الولايات المتحدة، ولكن يتوجب على ناشطي الحملات التعامل بحذر مع الأمور، وإلّا سيخاطرون بالتعرض لدعوى قضائية تتهمهم بالتزييف. وهذا ما يحذِّر منه براين سوليفان، المحامي المتخصص في قانون الأعمال بشركة «إرلي سوليفان رايت جايزر آند ماكراي» في لوس أنجيليس، حيث يقول إنّ على الناشطين أن يلتزموا الغموضَ حول كيفية توزيع المال؛ وبذلك يستطيعون استخدامه لتغطية التكاليف الإدارية، أو أي تكاليف أخرى متعلقة بالمشروع.

ويجب على الباحثين ألا يشيروا أبدًا إلى أن نتيجةً ما ستتحقق. ويقول سوليفان: «عليك أن تقول: نعتقد أن نتائجنا سوف تظهر...، أو: في رأينا، قد تعمل النتائج على ...»، مضيفًا: «لا تقل شيئًا بغير حذر».

وعلى ناشطي الحملة كذلك أن يعوا أن الدخل المتحصَّل من التمويل الجماهيري خاضع للضريبة عمومًا. ويَنصح ناشطو الحملات المحنّكون بأنْ يُوجِّه الباحثون بالجامعات أو المعاهد البحثية تلك التبرعات لصالح مؤسساتهم، تمامًا كما يحدث في حالات المنح. كما أنّ المتبرعين الأمريكيين لن يتمتعوا بخصم ضريبي نظير إسهاماتهم، إلا إذا كانت الحملة منطلِقة من مؤسسة خيرية.

أمّا بالنسبة إلى أولئك القادرين على (بناء) جمهور كبير، فيجب أن يدركوا أنّ التمويل الجماهيري له طاقات عظيمة. ويرى مديرو المواقع أنه يعطي لمحة حول ما يرغب الجمهور في دعمه، وهو ما قد يساعد على إقناع المؤسسات التمويلية بأنْ تتبنى دراسات معينة. وتقول رينجلمان: «لقد كانت مهمة الباحثين هي كتابة استمارات طلب المنح؛ لحث المؤسسات التمويلية على قبولها. أما الآن، فبإمكان الباحثين أن يدشنوا حملات التمويل الجماهيرية، التي تساعدهم على تقييم بحثهم العلمي». وتضيف: «بهذا التأييد، يصبح لدى الباحثين قدرة أكبر على وضع هذا الدعم في المسار المطلوب، والتفاوض مع وكالات التمويل الكبرى».

وهذا قد يؤثر بدرجة كبيرة على الروح المعنوية والحماسة.. فالباحثون دائمًا ما يشعرون وكأنّ لديهم قدرة أكبر على التحكم في مصير التمويل الذي يحصلون عليه من التمويل الجماهيري، أكثر من ذلك الذي يتلقونه باستمارات طلب المنح، حسبما تقول رينجلمان، التي تضيف أيضًا: «إذا أدَرْتَ حملةً ناجحة؛ فبإمكانك أن تعرض هذه الجاذبية. وبهذا. تعود صناعة القرارات إلى أيدي الناس. وهذا مصدر قوة هائل». ■

كارين كابلان محرِّرة مساعدة بقسم مهن علمية في «نيتشر».

عمـود

ما اجْتَزْتُهُ لكي أصبح عالِمًا

توماس م. سكوفيلد يشرح بالتفصيل المراحل التي مر بها في مساره؛ للوصول إلى مهنة البحث العلمي.

علمتُ رغبتي في أنْ أصبح عالِمًا، عندما أدركتُ أنّ العِلْم لا يتعلق بالحقيقة. أعرف أن هذه الجملة تحتاج إلى بعض التوضيح، وقد يكون مُجْدِيًا أن أخبركم كيف توصلتُ إلى هذا الإدراك. ليس هناك شيء مميز بشكل خاص في قصتي، إلّا ـ ربما ـ كيف بَدَأَتْ.

في أوائل الألفية الثالثة، كنتُ في عملي في شركة للتوظيف في لندن، عندما تلقيتُ اتصالًا هاتفيًّا. لقد كانت أمي: قالت لي إنّ أختي أصيبت بنزف دماغي، وإنها في حالة صحية حرجة. هرعتُ إلى البيت، وحزمتُ حقيبةً، وركبتُ القطار إلى المستشفى. ووصلتُ إلى هناك في الوقت الذي خرجتْ فيه أختي من حجرة الجراحة. قال الأطباء إن حالتها سيئة. وكانت العملية الجراحية معقدة، ولم تكن هناك طريقة لمعرفة ما إذا كانت ستفيق، أم لا. ظلَّتْ هكذا.. ولم تستعد وَعْيَها إلا بعد مرور عدة أيام.

بقيتُ في المستشفى طوال الوقت، وجلستُ بجوار سريرها طوال الليل والنهار. كنتُ أعلم أني لا أفعل أيّ شيء مفيد، ولكني لم أتمكن من النوم، فقد بدت غرفة المستشفى كمكان ملائم لأبقى فيه مستيقظًا، تمامًا كغيرها من الأماكن. قضيتُ معظم الوقت أفكر. كنتُ منزعجًا.. لماذا لا يستطيع أحد إخبارنا بما يجري؟ افترضتُ أن بعض الأشخاص في مكانٍ ما يعرفون الكثير عن الدماغ، وكيف يعمل. وظننتُ أن المشكلة لا بد لها أنْ تكون لها صلة بتوزيع المعلومات المتعلقة بالأمر؛ فلو كان هناك المزيد من أطباء الجهاز العصبي والأخصائيين النفسيين، فقد يمكن عمل المزيد للمرضى. لقد بدا لي أن الوظيفة التي كنتُ أشتغل بها لخمس سنوات لم تكن بدرجة الأهمية نفسها لهذا النوع من الطموح. كنتُ أكسب أموالًا كافية، لكنني كنتُ قد بدأت أشعر أن العمل مكرَّرٌ ومُمِلّ. والآن، بدأتُ أشعر أنه بالأحرى أمرٌ لا طائل منه لكي أظل أفعله طوال حياتي.

تغيير مسار

بدأت أختي في التحسن، وبعد حوالي أسبوعين سُمح لها بالعودة إلى المنزل. عدتُ إلى ممارسة حياتي العادية في لندن، شاعرًا بالارتياح، لكن مصمِّمًا... فقد قررتُ الحصول على درجة الماجستير في علم النفس العصبي؛ بهدف أن أصبح اختصاصيًّا في علم النفس الإكلينيكي، لكنني لم أصبح كذلك، بل أصبحتُ ـ بالصُّدفة ـ مجرد عالِم. كيف حدث ذلك؟

هناك أربع مراحل مررتُ بها لأصبح عالما، وأنا أذكرها جميعًا.

كبداية، تحتاج ببساطة إلى شخص على عِلْم بالأمور؛ ليخبرك بالحقيقة. تقرأ الكتب الدراسية، وتحضر المحاضرات، وترهبك ضخامة الأمر برمّته، لكنْ تذهل من دقة تناغم الأشياء مع بعضها. تقوم بعمل عدة تجارب بسيطة في المختبر، وتحصل على النتائج المتوقعة تمامًا. ويبدو أن هناك إجابات لكل أسئلتك، وتشعر بأنك إذا قرأتَ كَمًّا كافيًا من الكتب الدراسية، وحضرت عددًا كافيًا من المحاضرات؛ فإنك ستفهم الكثير مما تحاول أن تفهمه. هذه هي المرحلة التي كنتُ فيها عندما أنهيت درجة ◄


BERTOLD WERKMANN /SHUTTERSTOCK

البكالريوس، وهي التي كنتُ أتوقع أن أجدها عندما عُدْتُ لدراسة الماجستير.

قصص متضاربة

تبدأ المرحلة الثانية عندما تدرك أن العلماء دائمًا ما يختلفون مع بعضهم البعض حول ما هو الصحيح. هذه المرحلة مُرْبِكَة، والسبب في حدوثها هو أَخْذ مهمة كتابة المقالات والأوراق البحثية على محمل الجدّ. وبشكل نمطي، سوف تُعطى سؤالًا على غرار «ما هي الوظيفة التي تقوم بها منطقة بروكا في الدماغ؟» وللإجابة عليه، تبدأ بقراءة ورقة بحثية طويلة، أعدها البروفيسور (س)، الذي يعرض نظريته بتفاصيل مقنعة؛ فتجد نفسك تفكر: «بالطبع، لكم هي واضحة. إنها مُحْكَمة البناء والصياغة. كيف يمكن لأحد أن يعتقد خلاف ذلك؟» ثم تقوم بقراءة ورقة نقدية بالطول نفسه وبالتفصيل، أعدّها البروفيسور (ص) الذي يتبنّى وجهة نظر معاكسة؛ فتفكر قائلًا: «البروفيسور (ص) يعرض بعض النقاط الجيدة جدًّا. ربما البروفيسور (س) لا يفهم ما يتحدث عنه». ومن ثم تذهب إلى البروفيسور (ع)؛ فتلتبس عليك الأمور تمامًا. لا بد أن أحدهم يقول الحقيقة، لكنْ أيُّهم؟ فتقوم أنت بكتابة مقالك، لتصف فيه النظريات المتناقضة لـ(س)، و(ص)، و(ع)، وتصل إلى استنتاج مفاده أنّ «الرأي مقسَّم، والمزيد من البحث ضروري». وهذه هي المرحلة التي كنتُ فيها عندما أنهيت درجة الماجستير. قررت أنه ربما بإمكاني أن أقوم ببعض من هذا البحث، لذلك بدأت دراسة الدكتوراة.

المرحلة الثالثة في طريقي لكي أصبح عالمًا بدأتُ بإدراك أنه لا أحد يعرف الحقيقة. وهذه المرحلة مرعبة قطعًا، والسبب في حدوثها هو إجراء البحث العلمي. عندما بدأتُ في إجراء تجارب حقيقية وجمع البيانات، واختبار أفكاري بالمقابلة مع هذه البيانات، بدأتُ أدرك أن الأمور ليست واضحة المعالم تمامًا، وليست كما كانت تبدو في الأوراق البحثية التي كنت أقرأها. في بعض الأحيان لم تسر الأمور بالشكل الذي توقعْته أيٌّ من النظريات التي أعرفها. ودائمًا ما كان هناك شيء لا يمكن تفسيره. لقد وجدتُ هذا الأمر مثيرًا للقلق؛ وبدأت أشكُّ في نتائجي.. لكن لحسن الحظ، كان مشرفي شخصًا مُؤازِرًا للغاية.

عندما تبدأ في الاشتغال بالعلوم على مستوى الدكتوراة، تشرع في العمل مع علماء حقيقيين، وبناء علاقات اجتماعية معهم. وأحيانًا يكون هؤلاء العلماء هم ذاتهم الذين كتبوا الأوراق البحثية التي أبهرتك للغاية خلال دراساتك. وريثما تصبح عالمًا محترفًا، ففي الغالب يَسْعَد أولئك الناس بإطلاعك على سر المهنة المهم، ألا وهو: ليس هناك في الواقع مَنْ هو متأكِّد من أيِّ شيء. إنّ ورقة البحث العلمية هي مجرد وجه واحد مقطوع ومصقول من حجر كبير وقبيح. فخَلْف الرسوم البيانية والمناقشات الذكية تكمن كتلة من الشكوك المتشابكة والتخمينات والأمور الشاذة. وسَحْب أيّ خيط مفكوك يكون ـ في الغالب ـ أمرًا كافيًا لجعل الورقة البحثية تفقد شكلها، لكن أهم شيء علّمني إياه مشرفي هو أنّ هذا ليس أمرًا سيئًا.

« إذا ما كنتُ محظوظًا، فإنني سوف أقضي بقية حياتي في استكشاف أشياء جديدة، قد لا أستطيع شرحها مطلقًا».

أفضل، وأفضل

بعض العلماء محظوظون بقدر كافٍ بمرورهم عبر مرحلة رابعة. وهي تأتي عندما تدرك أن العلم لا يدور إطلاقا حول إيجاد الحقيقة، ولكن حول إيجاد طرق أفضل للخطأ. وأفضل نظرية علمية ليست هي تلك التي تكشف الحقيقة، فهذا مستحيل، بل هي تلك التي تشرح ما نعرفه بالفعل حول العالم في أبسط طريقة ممكنة، والتي تعرض توقعات مفيدة حول المستقبل. وعندما تقبّلتُ فكرة أنني سأكون دائمًا مخطئًا، وأنّ النظريات المفضلة لديَّ حتمًا مقدَّر لها أن تُستبدَل بنظريات أخرى أفضل؛ عندها عرفتُ حقًّا أنني أريد أن أكون عالمًا.

لا يمكن لنظريةٍ أن تتسم بالكمال.. فأحسن أحوالها هي أن تكون أفضل من النظرية التي سبقتها. إنني أريد أنْ أجيء بنظريات أفضل عن كيفية عمل الدماغ. وإذا ما استطعت أن أفعل ذلك؛ فبالتالي هناك شخص آخر بإمكانه استخدام أفكاري؛ للتوصل إلى شيء ما أفضل منها.

وبتَحَسُّن النظريات.. نصبح قادرين على صياغة توقعات أكثر فائدة حول كيفية سَيْر الأمور في العالم الواقعي. ومن هذه التوقعات، بإمكاننا تطوير علاجات أفضل. وأتمنى أنْ أكون جزءًا من هذا التدرج. وهذا يعني أنني إذا ما كنتُ محظوظًا، فسوف أقضي بقية حياتي في استكشاف أشياء جديدة، قد لا أستطيع شرحها مطلقًا.

إن اهتمامي بالدماغ هو اهتمام عَمَلِيٌّ، وليس فضوليًّا. إنني لم أُرِد أبدًا أن أكون عالِمًا، ولكنني في النهاية أصبحتُ واحدًا من العلماء، لأنني كنت مضطرًّا إلى ذلك.

توماس م. سكوفيلد كان زميلًا بمرحلة ما بعد الدكتوراة في علم الأعصاب بجامعة نيويورك. توفي في عام 2010 في حادث حافلة في كولومبيا. والكاتب ستيفن س. هول ساعد في تحرير هذه المقالة بالإنابة عنه.

تصحيح

أعطت إحدى مقالات «مختصرات مهن»؛ «ناد إلكتروني للنشرات» (Nature 496, 261; 2013) انطباعًا خاطئًا بأن النادي المذكور هو الأول من نوعه إلكترونيًّا، في حين أنه فعليًّا كان الأول في استخدام منصة إلكترونية حية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نقطة تحوُّل
لوسي كولينسون

لم تكن لوسي كولينسون تعرف الكثير عن آليات عمل الخلايا عندما بدأت العمل في وحدة الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني، لكنها منذ عام 2006 تولَّت رئاسة الوحدة بمعهد أبحاث لندن، التابع لأبحاث السرطان بالمملكة المتحدة؛ لتصبح مسؤولة عن تقديم العون لأربعين مجموعة بحثية؛ لرؤية كافة أنواع الخلايا بوضوح. وفي فبراير الماضي فاز فريق كولينسون وجامعة يورك بالمملكة المتحدة بمنحة قدرها مليونا جنيه استرليني (ما يعادل ثلاثة ملايين دولار)، مقدَّمة من مجموعة من المموِّلين، تضمَّنت «مجلس أبحاث الدواء» MRC بالمملكة المتحدة؛ لشراء آلة متطورة يمكنها القيام بعمل كلٍّ من المجهر الإلكتروني، والمجهر الضوئي؛ مما يساعد على تفعيل تقنيات جديدة لإعداد العَيِّنات.


DAVID BACON/CRUK LRI

كيف كانت بداية انخراطك في مجال الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني؟
بينما كنتُ على وشك الانتهاء من درجة الدكتوراة في علم الأحياء الدقيقة في كوين ماري بجامعة لندن، أعطيتُ ما بحوزتي من بكتيريا (*Porphyromonas gingivalis*، المسؤولة عن أمراض اللثة) لوحدة المجهر الإلكتروني؛ لمعرفة مقدار حِدَّة هذه الفيروسات. وعلى مدى ثلاث سنوات، ظَلَلْتُ أعاين نطاق حركة فصل البروتينات البكتيرية في المواد الهلامية؛ وفجأة، وجدت نفسي أنظر إلى البكتيريا. لقد كان الأمر مدهشًا.
تقدمتُ بعد ذلك بطلبات لخمس فُرَص متاحة لدراسات ما بعد الدكتوراة، تتضمن ثلاث فُرَص منها مجالَ الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني. لم أكن أبحث عن ذلك تحديدًا، ولكن كان لا بد أنْ أضع ذلك في اعتباري، وأنْ أفكر فيه. وذهبتُ إلى جامعة كوليدج لندن؛ لكي أعمل مع كولين هوبكنز في هذه الجامعة في مجال بيولوجيا الخلية والمناعة. لم يمانع هوبكنز في انضمامي إلى العمل معه، رغم عدم درايتي بكيفية عمل الخلايا، وعدم استخدامي أيّ مجهر إلكتروني من قبل، بل عرض عليّ أن يعلّمني.

هل كان ذلك التحوُّل شاقًّا؟
كلا، فقد كنتُ أفكر جديًّا في تحويل مسار دراستي. وأثناء عملي لنيل درجة الدكتوراة، ذهبت لحضور محاضرة عن التوظيف، فوجدتُ المُحَاضِر يقول إنه بعد حصوله على درجة الدكتوراة، قام بتحويل مساره؛ وأكّد على أنّ ما يتعلمه الإنسان في مجالٍ ما، يمكن تطبيقه ـ عادةً ـ في مجال آخر، وأنّ العمل متعدد التخصصات هو المجال الذي يمكنك أنْ تحقق فيه تقدمًا مذهلًا. كنتُ أفترضُ أنّ عليَّ البقاء في مجال الأحياء الدقيقة، ولكنْ بمجرد أنْ أدركتُ أنني لستُ مضطرة لذلك؛ شرعتُ في الاطلاع على تخصصات أخرى.

لماذا قرَّرْتِ إدارة وحدة، بدلًا من التركيز على بحثك؟
في الحقيقة، عانيتُ بعض الملل في مرحلة ما بعد الدكتوراة، وذلك بسبب ارتباطي بخط بحثي واحد. ولم يكن هناك عددٌ وافر من المتخصصين في مجال الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني في الكلية. ولذلك.. تلقينا العديد من الطلبات للمساعَدة في المشروع الخاص بنا. ووجدتُ في نفسي الرغبة في العمل في مهام بحثية متعددة.

كيف تكيَّفْتِ مع الدور الإداري؟
وجدتُ نفسي أدير مجموعةً بها أربعة مسؤولين علميِّين أكبر سِنًّا، وجميعهم خبراء في مجال الفحص باستخدام المجهر الإلكتروني؛ ولذا.. كان لزامًا عليَّ أنْ أتعلم مهارات الإدارة. والحقيقة أنني تلقَّيتُ دعمًا جيدًا من رئيسي في العمل، وتلقّيتُ النصح من أصدقائي في مجال التنمية البشرية، الذين أرشدوني إلى ضرورة الاستماع جيدًا لمن يعملون تحت قيادتي. ولأني كنتُ أعمل قبل ذلك بمفردي، فقد كنتُ معتادةً على اتخاذ القرارات، وتتبُّع تنفيذها بصورة فردية. وقد استغرق الأمر سنتين إلى ثلاث سنوات للتمرُّس على إدارة وقيادة أفراد آخرين، وأنْ أتعلم الاستماع إليهم. إنَّ الإدارة أمرٌ يجب علينا بالضرورة أنْ نتَعلّمه.

هل يختلف دورُكِ الحالي بشكل جذري عن دور أكاديمي بالجامعة؟
نعم؛ لقد صِرْتُ أمتلك نظرة عامة لكثير من الموضوعات، دون التركيز على مجال بعينه. إنني أرى نفسي شخصًا أكاديميًّا، لكنّ الناس خارج هذه المنشأة ينظرون إليَّ نظرة مختلفة. إنهم دائمًا لا يدركون أنني حاصلة على درجة الدكتوراة، وأنني أنجزتُ أبحاث ما بعد الدكتوراة. إنهم ينظرون إليَّ على اعتبار أنني متخصِّصة فنيّة فقط؛ ولكن بمجرد أنْ نبدأ المشروعات، يدرك الناس أننا نعي جيدًا ما نتحدث عنه؛ حيث إننا نساعدهم على تصميم تجاربهم.

ما هي الصعوبات التي واجهتكِ عند التقدُّم للحصول على مِنَح، مثل منحة «مجلس أبحاث الدواء» بالمملكة المتحدة؟
قبل الحصول على هذه المنحة، تقدمنا للحصول على منحة مِجْهَر ظاهري كبير، من خلال «صندوق ويلكوم»، إلا أن طلبَنا لم يحظ بالموافقة. أزعجنا هذا كثيرًا، حيث كنا قد قمنا بعمل جبّار على مدى عام كامل، شارك فيه أشخاص عديدون. اختلف الأمر تمامًا فيما يتعلق بمنحة مجلس أبحاث الدواء بالمملكة المتحدة، حيث قابلتُ اثنين من زملائي في العام الماضي، وطلبا منّي الانضمام إليهما. كان لدينا أربعة أسابيع للحصول على المنحة، وبالفعل حصلنا عليها. أحيانًا تقضي شهورًا عديدة في تجميع المواد، دون جدوى، وأحيانًا أخرى تكون محظوظًا؛ وتحصل على ما تريد. ■

أجرت المقابلة كاثرين ساندرسون

كندا
دعوة إلى إصلاح السياسات

تريد «الرابطة الكندية لأساتذة الجامعات» CAUT في أوتاوا من الحكومة أن تمنح الأبحاث العلمية الأساسية المزيد من التمويل الفيدرالي، وأنْ تستعيد دور المسؤول المستقل للعلوم القومية، وأنْ تقلل القيود المفروضة على التفاعل بين العلماء ووسائل الإعلام والجمهور (انظر: *Nature* **483**, 6; 2012). وفي الحملة التي أطلقتها في 25 إبريل الماضي، بعنوان «صَحِّحوا أوضاع العلوم»، تهدف الرابطة إلى الترويج للشفافية في الأبحاث العلمية، ودعم العلوم الأساسية من خلال موقعها الإلكتروني والنقاشات العامة حول السياسات الفيدرالية. ويرى جيمس تورك، المدير التنفيذي لـ«الرابطة الكندية لأساتذة الجامعات» ـ التي تمثل 68000 عضو أكاديمي في هيئة التدريس، بالإضافة إلى باحثين وموظفين ـ أن الحكومة تركِّز على الابتكارات التجارية على حساب الأبحاث الأساسية، مضيفًا بقوله: «يجب أن يحدث تغيير».

الولايات المتحدة
الوضوح حول التغطية الصحية

يذكر اتحاد التعليم العالي أنه يتوجب على المشرِّعين الأمريكيين أن يوضحوا كيف يطبَّق قانون الرعاية الصحية ـ المعروف باسم «أوباما كير» ـ على الأعضاء الملحقين بهيئات التدريس. وقد يكون القانون ـ المقرَّر تَبَنِّي جزء منه بحلول عام 2014 ـ نعمةً بالنسبة إلى الأعضاء الملحقين الذين لا يملك الكثير منهم حاليًا تأمينًا صحيًّا. وطبقًا للقواعد، يصبح أي شخص يعمل على الأقل 30 ساعة في الأسبوع مؤهلًا للتغطية الصحية، إلا أن الجامعات ذكرت أنه من الصعب تحديد حجم أعباء العمل بالساعات. ويقول كريج سميث، مدير التعليم العالي في الاتحاد الأمريكي للمعلمين في واشنطن دي سي: «نشعر بالقلق البالغ إزاء مسألة الشفافية». ويضيف قائلًا إن القانون يجب أن يطلب من الأعضاء الملحقين القيامَ بمساعدة مؤسساتهم لحساب عدد ساعات عملهم.

الاتحاد الأوروبي
مبادرات التنقُّل

يقترح تحالف للجامعات برنامجًا لتوسيع تنقل الطلاب. ففي برنامج «المناهج الدولية وتنقل الطلاب» ـ الذي بدأ في 24 إبريل الماضي ـ تروِّج رابطة الجامعات البحثية الأوروبية في لوفين ببلجيكا للتنقل الشبكي ـ الذي تقوم من خلاله جامعةٌ ما بعمل برامج تبادل طلابي مع جامعات أخرى ـ والتنقل الضِّمْني، وهو الذي تقوم خلاله عدة جامعات بإعداد منهج، وتبادل الطلاب والمدرسين. وهذان النوعان يتضمّنان المزيد من الطلاب، أكثر من العدد الذي يتضمنه برنامج «إراسموس»، وهو برنامج التبادل الأوروبي الحالي، حسبما يقول بارت دو مور، نائب رئيس قسم السياسة الدولية بالجامعة الكاثوليكية في لوفين، والمؤلف المشارك للتقرير.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التاريخ عَبْر رسائل

حان وقت التغيير.

أليكس شفارتسمان

:1 2012/9/1

مرحبا كات..

لقد فعلناها أخيرًا! إنّ آلة الزمن تعمل. والشباب يتحدثون عن محاولة بيعها لإحدى شركات التقنية الكبيرة، لكنْ لديَّ فكرة أفضل.

رحلة سريعة وسهلة إلى متجر جدّ جدّ جدّي «أوسكار» للأجهزة في 1890 في مدينة فايمار، ونترك على مكتبه زوجًا من الرسوم التخطيطية وعيّنة؛ وفي ثوانٍ.. أوسكار يخترع الأشرطة اللاصقة؛ ويصنع ثروة في ألمانيا؛ فيتوارث فرع عائلتي مبلغًا كافيًا منها بعد قرن من ذلك الوقت، وبذلك لا نحتاج إلى رأسماليّ جشع يستولي على نصيب الأسد من أرباح تقنية السفر عبر الزمن. وإلى جانب ذلك.. بما أننا ننتظر مولودنا الجديد، يمكننا الاستفادة بما يتبقى.

لذلك.. أكتب إليكِ هذا البريد الإلكتروني، لأخبرك أنني سأبقى في أوكسفورد للعمل على هذا الأمر في هذه الليلة؛ وقد أُفَوِّت طعام العَشاء. أما الجانب المُشْرِق، فهو أنه إذا سارت الأمور بالطريقة التي أتوقعها؛ فسوف يكون عشاؤنا الكافيار، بدلًا من البيتزا.

:2 1 سبتمبر 2012

عزيزتي كاتي:

كان يوم أمس أسعدَ أيام حياتي. أخيرًا أكملت اختراعي، لكنّ خبرَ حَمْلِك معجزةٌ يطغى ضوؤها على أي إنجاز علمي.

لم أستطع النوم الليلة الماضية. ظللتُ أفكر في العالَم الذي سيولد فيه ابننا، أو ابنتنا. إنّ إنجلترا ـ التي دمَّرَتْها سبعون سنة من الحرب الشاملة والغارات الجوية النازية المتواصلة ـ ليست هي المكان الذي أرغب في أن يقضي أطفالنا فيه طفولتهم.

وبينما أحمل نموذجًا أوليًّا لآلة الزمن، فإن لديَّ الوسيلة والالتزام الأدبي لإصلاح أخطاء الماضي؛ وسوف أسافر إلى عام 1930؛ لأقتل هتلر.

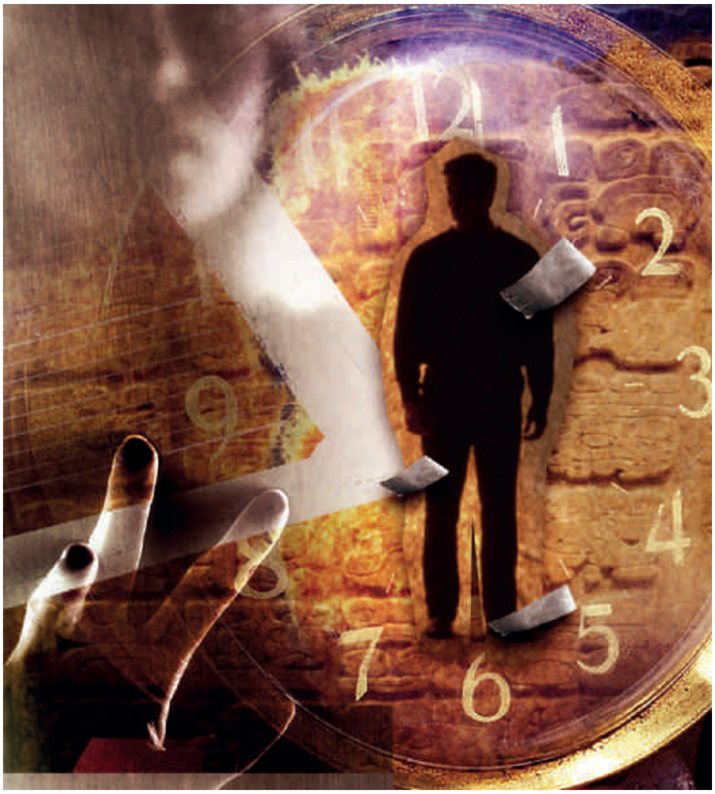
إذا سارت الأمور بخير؛ فسوف تستيقظين لتطالِعي هذه الرسالة في عالم أفضل بكثير.

:3 1 سبتمبر 2012 (روسيا)

العزيزة كاتيا:

أتممنا أخيرًا أنا ورفاقي في جامعة أكسفورد الجهازَ. ومن المقرر أن نقدم مشروع آلة الزمن إلى المكتب السياسي في الصباح.

عندما أخبرتني بالخبر العظيم الليلة الماضية؛ لم أتمكّن من النوم. كنتُ أفكر في العالم الذي سيُولد فيه أطفالنا. لا أستطيع تحمُّل فكرة أنهم سيعيشون في خوف متواصل من الإبادة النووية المُحيقة بكافة الشعوب الحرة في أوروبا الاشتراكية.



JACEY

لديَّ الوسيلة والسلطة الأخلاقية لمنع 70 عامًا من الحرب الباردة. سوف أسافر إلى عام 1930؛ وأقتل روزفلت.

إذا سارت الأمور بخير؛ فسوف تستيقظين لتطالِعي هذه الرسالة في العالَم الأفضل.. العالَم الذي تتحقق فيه الشيوعية بالفعل.

:7 اليوم الأول من سبتمبر في عام المسيح، الفين واثني عشر

الغالية كاثرين:

وصلني خطابك الكريم منذ عدة أيام، وأنا آسف بشدة لأن محاليل الخصوبة لم تعمل بعد. أوجِّه خطابي إليكِ، على أمل أن تعمل إنجازاتي المحظوظة على إسعاد قلبكِ، وتحسين مزاجك.

إن جهاز الوقت ـ الذي سعيتُ إلى تصميمه ـ قد انتهى أخيرًا. وحلمُ حياتي بأنْ أدافع ـ منفردًا ـ عن امبراطورية صاحبة الجلالة ضد هؤلاء المقاتلين الهَمَج في المستعمرات الأمريكية قد أصبح في متناول يدي. إنّ محاربة المتمرِّدين على مدى عقدين قد استنزفت مواردنا، وبالتأكيد أخَّرَتْ سير التكنولوجيا. وليس لدينا حتى العربة الطائرة البخارية، ذلك الاختراع الذي تنبأ كُتّاب الخيال أن يتم في سبعينات القرن الماضي.

كان من الممكن أنْ يصبح العالَم مكانًا أفضل، لولا أن الإنسان المتحضِّر قام بمغامرات اكتشاف الأمريكتين. ومن ثَمّ، سوف أقوم حاليًا بتصنيع جهاز الوقت؛ وأستخدمه في مَنْع السيد كولومبوس من القيام برحلته.

سوف يصلك هذا الخطاب بمرور الوقت إلى مقر العيادة، وسوف نحيا جميعًا في غَدٍ أفضل.

:14 هاب: 12 مول. تزولكين: 10 مولوك (حسب التقويم الماوي)

مذكِّرتي العزيزة:

مرة أخرى، فشلتُ في مقابلة شريكة مناسبة في هذا اليوم.

دفعتُ بنفسي إلى قاعة الشراب. كان هناك القليل من النساء اللاتي تجلس كل واحدة منهن بمفردها، ولم تُبْدِ أيٌّ ممّن تقدمتُ نحوهن أيَّ اهتمام بي. وفي المقابل، وجدتُ نفسي أشرب وحيدًا، وأستمع إلى اثنين مخمورين من المايا، كانا يبدوان قلقين من نهاية وشيكة للعالَم.

كان جدالهما الأساسي عن أنّ التقويم المسيحي القديم لم يمتد إلى أبعد من عام 2012، وكأنّ كهنة الديانة الأوروآسيوية البائدة امتلكوا المعرفة العلمية اللازمة للتنبؤ بكارثة مستقبلية. أمرٌ سخيف!

ذهبتُ إلى المنزل وحيدًا. لم أستطع النوم. استلقيت على الفراش، متخيِّلًا كيف سيكون الحال إذا اخترعنا وسيلةً لتغيير الماضي. كم كان عالمنا سيغدو مختلفًا، لو لم يأت المستكشفون من قبائل المايا إلى شواطئ أوروبا منذ عدة قرون ماضية؟ أيّ نوع من الثقافة والعلوم كان يمكن للقبائل شاحبة الوجوه في تلك القارة أن تُطوِّر، لو لم يتمّ مَحْوُها واستعبادها من قِبَل الحضارة الغربية المتفوقة؟

لن نعرف ذلك أبدًا. إنّ السفر إلى الماضي خيالٌ سخيف، راودني فقط بسبب شُرْب الكثير من «البالشيه» مساء أمس. سوف أُطَهِّر عقلي من هذه الأفكار، وأستحم، وأستريح، وأجهِّز نفسي. وغدًا، سوف أذهب لأحاول مجددًا. في مكانٍ ما، هناك امرأة مقدَّرٌ لها أن تكون توأم روحي. لم ألتقِ بها بعد، لكنني سأظل متفائلًا. ■

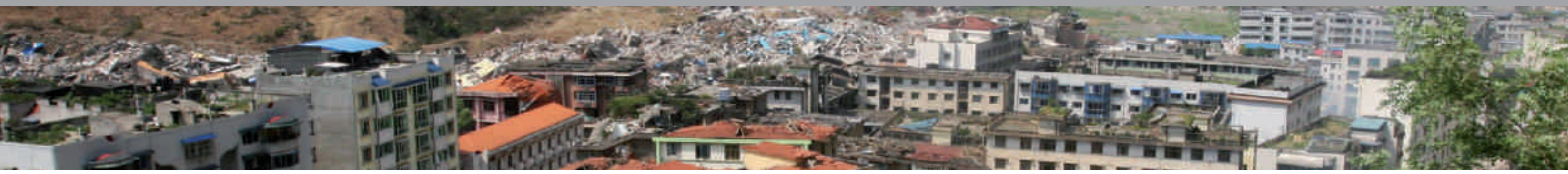
أليكس شفارتسمان كاتب ومصمِّم ألعاب في بروكلين، نيويورك. وأعماله الخيالية الأخرى توجد على الموقع الإلكتروني التالي: www.alexshvartsman.com.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

nature geoscience

Web focus: 5 years after the Wenchuan earthquake

Free online access for a limited time



Impact Factor: 11.754*

The Wenchuan earthquake that occurred in southwest China on 12 May 2008 killed more than 80,000 people and displaced millions. Five years on, many of the affected communities have made a good recovery – at least until the most recent quake in April 2013 wreaked further havoc in the region.The devastating 2008 event has helped invigorate research into earthquake hazards. A collection of opinion pieces, published in Nature Geoscience to mark the fifth anniversary of the 2008 event, discusses the mechanisms for the Wenchuan quake itself and the implications for our understanding of the eastern margin of the Tibetan Plateau, the ongoing risk from quake-induced landslides, and the societal impacts of the earthquake.

NEW and ARCHIVE content FREE online to registered nature.com until 31 October 2013

New content

Editorial
Resilience from ruin

Commentaries
Beware of slowly slipping faults
Pei-Zhen Zhang

The landslide story
Runqiu Huang & Xuanmei Fan

Bottom-up disaster resilience
Emily Y. Y. Chan

To access the above, plus selected archive content, free online to registered nature.com users for a limited time, please visit: nature.com/ngeo/focus/wenchuan-earthquake

Produced with support from:

Become a fan of nature.com

Follow Nature Geoscience

Image credit: © AlamyCelebrity / Alamy

*2011 Journal Citation Reports® (Thomson Reuters, 2012)

nature.com/ngeo/focus/wenchuan-earthquake

nature publishing group npg